

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2006 年 4 月 27 日 (27.04.2006)

PCT

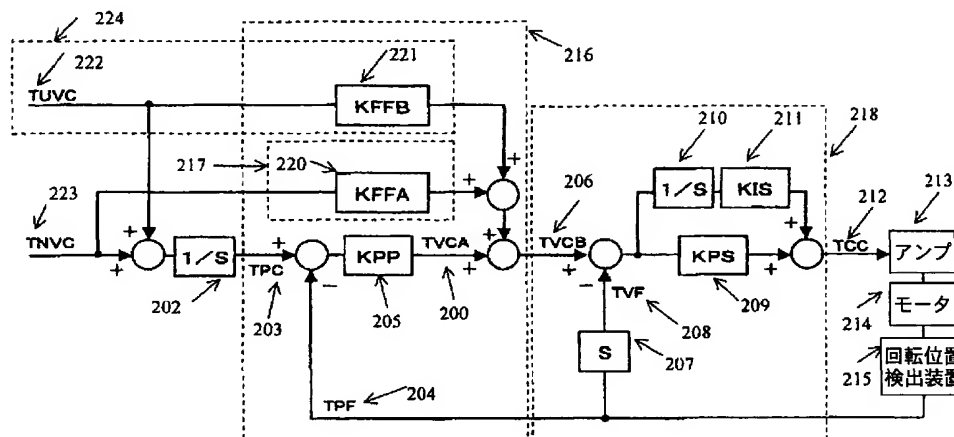
(10) 国際公開番号
WO 2006/043550 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 9/12 (2006.01) B23K 9/067 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/019119
- (22) 国際出願日: 2005 年 10 月 18 日 (18.10.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2004-306673
2004 年 10 月 21 日 (21.10.2004) JP
特願 2004-306672
2004 年 10 月 21 日 (21.10.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中田 広之 (NAKATA, Hiroyuki). 向井 康士 (MUKAI, Yasushi). 池田 達也 (IKEDA, Tatsuya). 増永 直人 (MASUNAGA, Naoto). 古和 将 (KOWA, Masaru). 本内 保義 (HONUCHI, Yasuyoshi).
- (74) 代理人: 高松 猛, 外 (TAKAMATSU, Takeshi et al.); 〒1076013 東京都港区赤坂一丁目 1 2 番 3 2 号 アーク森ビル 1 3 階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC,

[続葉有]

(54) Title: WELDING SYSTEM AND CONSUMABLE ELECTRODE WELDING METHOD

(54) 発明の名称: 溶接システムおよび消耗電極式溶接方法



213 AMPLIFIER

214 MOTOR

215 ROTATING POSITION DETECTION DEVICE

(57) Abstract: A welding system and a consumable electrode welding method, wherein a torch is moved in a direction for separating it from a base metal (7) by a robot manipulator while a wire is fed since the speed of the wire relative to a welded material can be controlled by the operation of an actuator driving the robot manipulator in one direction for separating the torch therefrom, vibration is not generated by the reversal of the movement of the torch. Also, by using a dedicated separation control system, the follow-up property to the speed of the actuator moving the torch can be improved without increasing the overshoot of the torch in normal operation to reduce the acceleration and deceleration times of the manipulator.

(57) 要約: ワイヤを送給しながらロボットマニピュレータによりトーチを母材 7 から引き離す方向に移動させることにより、ロボットマニピュレータを駆動するアクチュエータが

[続葉有]

WO 2006/043550 A1



SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

トーチを引き離す一方向の動作でワイヤの被溶接物に対する速度を制御でき、トーチ速度反転による振動は発生しない。また、専用の引き離し制御系を用いることにより、通常動作時のオーバーシュートを大きくさせることなくトーチを移動するアクチュエータの速度追従性を高め、マニピュレータの加減速時間を短縮できる。

明 細 書

溶接システムおよび消耗電極式溶接方法

技術分野

[0001] 本発明は、モータにより駆動される溶接用ロボットの位置制御における制御方法に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、溶接業界では更なる生産性向上の努力が日々続けられている。特に、軽微なトラブルを原因とする生産ラインの短時間の停止を削減することやタクトタイムの短縮に対する要求は以前にも増して高まってきている。

[0003] 生産ラインの停止の原因には様々な要因が考えられるが、最も大きな原因はアークスタートの不良に起因するトラブルである。

[0004] このため、従来の消耗電極式溶接方法におけるアークスタートでは、開始信号が外部から入力されると、ロボットマニピュレータを駆動して溶接トーチを予め教示された溶接開始位置まで移動させる。その後、ワイヤの送給は停止したままでロボットマニピュレータによって溶接トーチを略溶接ワイヤの送給方向に移動させてワイヤ先端を前記被溶接物に近づけていき、ワイヤ先端が被溶接物に接触したことを判別すると予め定めた小電流値の初期電流を溶接電源装置から通電する。それと同時に、溶接トーチを略溶接ワイヤの送給方向とは逆方向に移動させて前記ワイヤ先端を前記被溶接物から遠ざける後退移動を行い、後退移動によってワイヤ先端と被溶接物とが離れると初期電流が通電するアークが発生して、初期アーク発生状態を維持したままで後退移動を継続し溶接トーチが溶接開始位置に復帰する。その後、後退移動から予め教示された溶接方向への移動に切り換えて、同時に溶接ワイヤの送給を開始すると共に定常の溶接電流を通電することによって初期アーク発生状態から定常のアーク発生状態へと移行させる。(例えば特許文献1参照)。

[0005] 図4は上述した消耗電極式溶接方法を行うロボットを用いた溶接システムの概略全体構成図である。

[0006] 図4において、消耗電極である溶接ワイヤ101は、ワイヤスプール102からワイヤ

送給モータ103により溶接トーチ104の方向に繰り出される。

- [0007] 溶接電源装置105は、溶接トーチ104および溶接チップ106を経由して溶接ワイヤ101と被溶接物である母材107との間に所定の溶接電流 I 及び溶接電圧 V を印加し、アーク108を発生させるとともにワイヤ送給モータ103を制御する。
- [0008] ロボットマニピュレータ109は溶接トーチ104を保持し、溶接開始位置(図示せず)に位置決めを行うと共に溶接線(図示せず)に沿って溶接トーチ104を移動させる。
- [0009] ロボット制御装置110は、溶接電源装置105との間で双方向通信 S を行い、溶接電流 I や溶接電圧 V などの溶接諸条件や、溶接の開始や終了指令を送信することで、ロボットマニピュレータ109を制御する。
- [0010] 以上のように構成された溶接システムにおける消耗電極式溶接方法について、図5のタイムチャートを用いて説明する。
- [0011] 図5は、縦方向に、溶接トーチの移動速度 TV 、溶接ワイヤの送給速度 WF 、短絡判定信号 A/S 、溶接電流 I 、溶接電圧 V の各状況を表し、横軸は時間を表す。溶接開始信号がロボット制御装置110から溶接電源装置105に送信された時点を $TS0'$ としており、以後 $TS1'$ から $TS5'$ は後述する。
- [0012] まず、ロボット制御装置110は、溶接開始信号を溶接電源装置105に送信し、ロボットマニピュレータ109を起動して溶接トーチ104を母材107に向かって加速させる。溶接トーチ104の速度が初期トーチ速度 $TV0$ に達するとロボットマニピュレータ109の加速を停止し、一定速度で溶接トーチ104の降下を継続する。
- [0013] また、溶接電源装置105はロボット制御装置110から溶接開始信号を受信すると、溶接ワイヤ101と母材107との間に無負荷電圧 $V0$ を印加する。
- [0014] 時刻 $TS1'$ において、溶接ワイヤ101と母材107が接触すると溶接電源装置105の内部にある短絡判定手段(図示せず)により、短絡判定信号 A/S が出力される。
- [0015] この短絡判定信号 A/S は双方向通信 S によってロボット制御装置110に伝達され、ロボット制御装置110は直ちにロボットマニピュレータ109を減速し停止させる。時刻 $TS2'$ において、ロボットマニピュレータ109の動作、すなわち溶接トーチ104の速度がゼロとなる。
- [0016] その後、ロボット制御装置110は直ちにロボットマニピュレータ109の動作を反転さ

せ溶接トーチ104が母材107から離れる方向への動作を開始し、溶接トーチ104の引き上げ動作を行う。

[0017] この時刻TS1'からTS3'の間は初期短絡期間であり、ロボットマニピュレータ109が減速して速度がゼロとなる時刻TS2'までの間はワイヤ101を母材107に押しつけることになるが、時刻TS2'以降はロボットマニピュレータ109の動作が反転するので押しつけ量は減少して行き、やがて時刻TS3'の時点で短絡が解除される。

[0018] この短絡が解除される時刻TS3'は、溶接トーチ104の速度を表すTVの線が示す溶接ワイヤ101の押し付け量となる三角形abcの面積よりも引き上げ量となる三角形cdeの面積が上回った時点で発生する。

[0019] なお、溶接電源装置105は、時刻TS1'において初期短絡が発生すると溶接電流IをI1'に制御し、所定の時間経過後に電流をI2'に増加して短絡開放を待つ。

[0020] この初期短絡期間の第1段階として、溶接電流を比較的低く設定されたI1'に制御するの理由は、初期短絡によって溶接ワイヤ101の先端部のジュール加熱により溶接ワイヤ101が熔融し、アークの発生と同時に熔融した溶接ワイヤ101が飛散してスパッタとなるのを防止するためである。

[0021] また、電流をI1'からI2'に変化させる理由は、時刻TS3'で短絡解放時にアークを発生させるのに十分なエネルギーを与えるためである。

[0022] 時刻TS3'において、アークが発生すると、溶接電源装置105はワイヤ送給モータ103を起動して溶接ワイヤ101を母材107に向かって加速し、溶接ワイヤ101の速度が本溶接用の溶接ワイヤ速度に達するまで加速を継続し、本溶接用の溶接ワイヤ速度に到達した後は、一定速度で溶接ワイヤ101の送給を継続する。

[0023] また、溶接電源装置105はワイヤ送給モータ103の起動と合わせてアーク電流Iをアーク初期電流I3'に一定時間制御した後、第2の初期電流I4へと制御し、その後、本溶接出力(図示せず)へと制御する。

特許文献1:特開2002-205169号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0024] しかし、従来の消耗電極式溶接方法は、ロボットマニピュレータ109の反転動作を

必要とする。すなわち、溶接ワイヤ101の先端が母材107に接触したことを判別すると前進移動していたロボットマニピュレータ109の減速を開始し、一端停止した後に後進方向に反転加速するため、ロボットマニピュレータ109の応答時間および加減速時間が必要となる。

[0025] ロボットマニピュレータ109は、一般的には減速機を介してモータによって駆動されるので、TS2'で速度が反転する際に、減速機のガタ(噛み合わせの遊び)やバネ成分、摩擦の不連続性等により振動が発生する。

[0026] そして、この振動により、溶接ワイヤ101が母材107に必要以上に押しつけられる可能性があり、溶接ワイヤ101が挫屈する恐れがある。

[0027] また、ロボットマニピュレータ109の応答性が悪く、溶接トーチ104の速度指令と実速度間に遅れが発生する場合においても、TS1'で短絡検出してからTS2'で速度が減速して反転するまでの時間が延び、溶接ワイヤ101が母材107に必要以上に押しつけられる可能性があり、溶接ワイヤ101が挫屈する恐れがある。

[0028] ここで、ロボットマニピュレータ109の応答性を決めるのが、ロボット制御装置110内に構成される位置制御ループであり、この構成を図6に示す。

[0029] 図6において、溶接トーチ104に所望の軌跡を動作させる時、逆キネマ演算により、ロボットマニピュレータ109を構成する各軸のモータ位置の軌跡を求め、その速度成分を速度ループ指令TVC201として、制御ループに入力する。

[0030] なお、制御ループへの入力を、位置成分ではなく速度成分としている理由は、位置成分ではロボットの動作範囲を全て含む大きな有効桁数が必要となり、データ処理の負荷が重くなるためである。

[0031] このトーチ速度指令TVC201を積分要素202で積分したトーチ位置指令TPC203を位置ループ216に入力する。

[0032] ロボットマニピュレータ109に軌跡をティーチングする場合は、始点と終点の位置を指定することが一般的であり、位置ループ216が必要な理由は、速度ループ218のみでは、位置決めが正確にできないためである。

[0033] そこで、一般的なフィードバック制御(以後、FB制御と示す)では、トーチ位置指令TPC203とモータ214に備えられた回転位置検出装置215から出力されるトーチ位

置フィードバック(以下FBと省略して示す)信号TPF204との差に、位置ループゲインKPP205を乗じて、速度ループ指令TVCA200を生成し、速度制御ループ218に入力する。

[0034] [数1]

$$TVCA = KPP \times (TPC - TPF)$$

速度制御ブロック218は、速度ループ指令TVCA200とトーチ位置FB信号TPF204を微分したトーチ速度FB信号TVF208との差と、速度ループ比例ゲインKPS209と、積分要素210と、速度ループ積分ゲインKIS211とから、電流指令TCC212を生成する。この電流指令TCC212を受けた電流アンプ213が実際の電流をモータ214に流すことにより、マニピュレータ109を駆動する。

[0035] この状態では、一般的に、この位置ループ216により演算される速度ループ指令TVCA200は、モータ位置指令TPC203の速度成分であるトーチ速度指令TVC201から位相が遅れた信号となる。このことが主因となり、トーチ速度FB信号TVF208はトーチ速度指令TVC201に十分追従できずに位相が遅れる。これを示したものが図7(a)である。

[0036] 図7(a)では、トーチ速度指令TVC201として、一般的な台形状に加速、一定速、減速を与えた例を示している。トーチ速度指令TVC201に対し、トーチ速度FB信号TVF208は十分追従できず、位相が遅れ、最大速度比で最大35.3%の誤差が発生している。

[0037] そこで、ロボットマニピュレータ109の応答性を良くするために、一般的に用いられる方式として、図9に示すフィードフォワード制御(以後、FF制御と示す)を追加する方式がある。

[0038] 図9においては、図6の制御ブロックの位置制御ループ216内に、トーチ速度指令TVC201に、速度FFゲインKFF219で乗じて、(数1)で求めた速度ループ指令TVCA200に加算するFF制御ブロック217を追加することにより、速度ループ指令をTVCB206とする。

[0039] [数2]

$$TVCB = TVCA + KFF \times TVC$$

(数2)で計算されたTVCB206を速度指令として速度制御ループ218に入力することで、後述するように、速度追従性が向上することが知られている。

[0040] なお、速度FFゲインKFF219の範囲は、下記(数3)に示す通りである。

[0041] [数3]

$$0 \leq KFF \leq 1.0$$

なお、図9において、KFF=0とすれば図6と等価である。

[0042] 速度FFゲインKFF219を大きくすれば、すなわち1に近づければ、速度追従性は改善するが、その反面オーバーシュートが大きくなる。これを示したものが、図7(b)、図7(c)である。

[0043] 図7(b)はKFF=0.5、図7(c)はKFF=1.0とした時のもので、トーチ速度指令TVC201としては、図7(a)と同じ波形を与えた場合を示している。

[0044] マニピュレータ109の通常動作では、トーチ速度指令TVC201の波形形状は、マニピュレータ109の負荷パラメータやモータ214の最大回転数、最大トルク等から予め決められており、追従遅れを加味した補正をリアルタイムには行わないことが一般的である。

[0045] 図8(a)から(c)は、図7(a)から(c)の縦軸をトーチ速度からトーチ位置へと変更したもので、終点位置を100%としている。ここでも、速度と同様、速度FFゲインKFF219を大きくして1に近づければ、位置のオーバーシュートが増大していることがわかる。

[0046] そして、位置のオーバーシュートの増加は、以下の問題を招く。

[0047] 溶接終了後、ロボットマニピュレータ109は、溶接を完了した母材107の取り出しと新たな母材107の設置とを妨げない待避位置へ移動し、新たな母材107の設置後、母材107に近づく溶接開始点であるTS0'時の位置へ溶接トーチ104を移動させる

ことが一般的である。この場合、溶接ワイヤ101の先端が母材107側へオーバーシュートすることなく停止することが好ましい。オーバーシュートすると、意図しない時点で溶接ワイヤ101の先端が母材7に接触し、溶接ワイヤ101の挫屈やスパッタ発生の可能性が発生する。

- [0048] つまり、待避位置から溶接開始点TS0'への移動を考えれば、意図しない時点で溶接ワイヤ101の先端が母材7に接触しないように、母材107側へのオーバーシュートに関係する速度FFゲインKFF219はそれほど大きくできないことがわかる。
- [0049] 一方、図5で示す、従来のアークスタート処理におけるTS0'からTS2'の間では、後述するように、溶接ワイヤ101が母材107に接するTS1'で示される減速位置を予め教示することはできない。
- [0050] すなわち、溶接トーチ104からの溶接ワイヤ101の突き出し量や、母材107の形状誤差等によって、短絡する位置が一定では無いので、短絡判定信号A/Sにより短絡検出をしてから減速することになる。
- [0051] ただし、以下では、説明を簡単にするために、溶接ワイヤ101の突き出し量や、母材107の形状に誤差が無いと仮定して説明する。
- [0052] 図10(a)は、従来のアークスタート処理におけるTS0'～TS2'間で、速度FB信号TVF208は追従遅れがなく、完全にトーチ速度指令TVC201に追従した場合を示している。図10(b)は縦軸を位置成分としたものである。
- [0053] 図10(a)、図10(b)において、時刻TS1' (=0.4)で、トーチは母材107に接触し、短絡が検出され、減速を開始し、時刻TS2' (=0.6)で停止するものとする。
- [0054] 図10(b)の縦軸は、時刻TS2'までの移動量を100%としており、時刻TS1'の短絡した時点での移動量は75%である。
- [0055] しかし、実際には、図7(a)から(c)で示したように、速度FB信号TVF208はトーチ速度指令TVC201に対し追従遅れが発生するので、速度FB信号TVF208が短絡する時刻、つまり図10(b)の75%に到達する時刻TS1'は遅れることになる。
- [0056] 図11(a)は、KFF=0の時のトーチ速度指令TVC201と速度FB信号TVF208の関係を示したものである。
- [0057] 図11(a)において、トーチ速度指令TVC201は、時刻0.2迄は加速し、その後一

定速になる。この間、速度FB信号TVF208は追従遅れによる誤差が蓄積し、トーチ速度指令TVC201が短絡位置に到達する時刻0.4になっても、短絡位置には到達しない。短絡が発生しないので、トーチ速度指令TVC201は減速せず、一定値を保持する。その後、ようやく時刻0.47(TS1'で図示)に達して、速度FB信号TVF208は短絡位置に達するので、トーチ速度指令TVC201は減速に転じて0まで減速する。

[0058] しかし、この後も追従遅れが発生し、速度FB信号TVF208が0に減速するまでトーチは下降する。

[0059] 図12(a)は図11(a)の縦軸をトーチ位置で表したものであり、縦軸は追従遅れがない場合を示した図10(b)の時刻TS2'までの移動量を100%としている。

[0060] 図12(a)において、位置FB信号TPF204はトーチ位置指令TPC203に対してのオーバーシュートは少ないが、追従遅れが原因して短絡時刻TS1'が遅れたことにより、時刻TS2'での移動量は、図10(b)の移動量(100%)に対して17.6%増加している。つまり、下降の移動量が大きくなり、ワイヤ101が母材107へ余分に突っ込むことになるため、ワイヤ101が挫屈する可能性が発生する。

[0061] 図11(c)、図12(c)はKFF=1.0の時の波形を示したものである。

[0062] 図11(c)において、速度オーバーシュートが13.3%であり、KFF=0の時と比べてオーバーシュートが増加しているが、追従遅れは少なくなり、最大誤差は13.3%に減少している。

[0063] 図12(c)は、図11(a)の縦軸をトーチ位置で表したものであり、縦軸は追従遅れがない場合を示した図10(b)の時刻TS2'までの移動量を100%としている。

[0064] 図12(c)においては、位置FB信号TPF204はトーチ位置指令TPC203に対してのオーバーシュートはKFF=0の時と比べ増加しているが、追従遅れが少ないため短絡時刻TS1'はほとんど遅延せず、時刻TS2'での移動量は、図10(b)の移動量(100%)に対してのオーバーシュートは3.1%に減少している。

[0065] 以上の結果より、従来のアークスタート処理におけるTS0'からTS2'の間では、TS1'で短絡を検出してから減速を始めるため、速度オーバーシュートが大きくても、追従遅れが小さい方、つまりKFF=1.0と設定した時の方が、TS1'の短絡検出後の

移動量を小さくでき、溶接ワイヤ101の挫屈の危険性が少なくなることがわかる。

[0066] しかし、溶接開始点であるTS0'の以後に必要な速度追従性を重視し、KFF=1.0と設定すると、待避位置から溶接開始点TS0'への移動動作におけるオーバーシュート量が増加することになり、意図しない時点で溶接ワイヤ101の先端が母材107に接触し、溶接ワイヤ101の挫屈やスパッタ発生の可能性が生じてしまい、速度追従性の向上とオーバーシュートの抑制の両方を満たすようにFFゲインKFFの調整を行うことは困難である。

[0067] 以上説明したように、従来の方式では、方向反転時の振動とトーチ速度の追従遅れが原因となり、溶接ワイヤ101が母材107に必要以上に押しつけられる可能性があるため、TS0'からTS4'間のトーチの加減速を落とさざるを得ない。このため、アーク発生シーケンスによる無駄時間が長くなる可能性が大きい。

[0068] 本発明は、従来の消耗電極式溶接方法が有していたアーク発生シーケンスの無駄時間を、溶接ワイヤの挫屈やスパッタを発生させることなく削減することができる消耗電極式溶接方法の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0069] 上記目的を達成するために、本発明の溶接システムは、溶接ワイヤを溶接トーチへ送給するワイヤ送給手段と、前記溶接トーチを保持し、かつ溶接トーチを移動するアクチュエータと、位置制御系を有しており前記アクチュエータを駆動制御する制御装置と、被溶接物と溶接ワイヤとの間に溶接出力を加える溶接電源装とを備えた溶接システムであって、前記アクチュエータにより溶接トーチを被溶接物から引き離す方向に移動し、溶接ワイヤの被溶接物に対する速度を制御し、前記制御装置は、前記位置制御系とは別に、溶接トーチを被溶接物から引き離す方向に前記アクチュエータを移動する専用の引き離し制御系を備えるものである。

[0070] また、本発明の消耗電極式溶接方法は、溶接ワイヤを溶接トーチへ送給するワイヤ送給手段と、前記溶接トーチを保持し、かつ溶接トーチを移動するアクチュエータと、位置制御系を有しており前記アクチュエータを制御する制御装置と、被溶接物と溶接ワイヤとの間に溶接出力を加える溶接電源装置を備えた溶接システムを用いて、溶接ワイヤを送給しながら前記アクチュエータにより溶接トーチを被溶接物から引き

離す方向に移動し、溶接ワイヤの被溶接物に対する速度を制御する消耗電極式溶接方法であって、前記制御装置は、前記位置制御系とは別に、溶接トーチを被溶接物から引き離す方向に前記アクチュエータを制御するための専用の引き離し制御系を備えることを特徴とする。

- [0071] この方法によれば、溶接開始時は、アクチュエータがトーチを引き離す一方向の動作で溶接ワイヤの被溶接物に対する速度を制御できるので、トーチ速度の反転による振動は発生せず、また、専用の引き離し制御系を用いて溶接トーチを移動するアクチュエータの速度追従性を高めることにより、応答時間および加減速時間が従来のものに比べて短縮できる。そして、通常の位置決めにおいては、専用の引き離し制御系による制御を行わないことにより、引き離し制御系によるオーバーシュートの発生を防止する。

発明の効果

- [0072] 以上のように、本発明は、溶接開始時に専用の引き離し制御系を用いて制御されるアクチュエータにより溶接トーチを被溶接物から引き離す方向に移動させることにより、従来の消耗電極式溶接方法が有していたアーク発生シーケンスの無駄時間を削減してタクトタイムを短縮することや、溶接始端部での溶接ワイヤの挫屈やスパッタの発生を防止し、所謂「チョコ停」を効果的に削減することができる。

図面の簡単な説明

- [0073] [図1]本発明の実施の形態における位置制御ループを示すブロック図
[図2]本発明の実施の形態に用いる溶接システムの概略構成図
[図3]本発明の実施の形態におけるアークスタート時のタイミングチャート
[図4]従来技術に用いる溶接システムの概略構成図
[図5]従来技術におけるアークスタート時のタイミングチャート
[図6]従来技術における位置制御ループを示すブロック図
[図7](a) 通常動作におけるフィードフォワードゲインが0である時のトーチの速度指令とフィードバックの関係を示すグラフ (b) 通常動作におけるフィードフォワードゲインが0.5である時のトーチの速度指令とフィードバックの関係を示すグラフ (c) 通常動作におけるフィードフォワードゲインが1である時のトーチの速度指令とフィードバックの

関係を示すグラフ

[図8](a)通常動作におけるフィードフォワードゲインが0である時のトーチの位置指令とフィードバックの関係を示すグラフ(b)通常動作におけるフィードフォワードゲインが0.5である時のトーチの位置指令とフィードバックの関係を示すグラフ(c)通常動作におけるフィードフォワードゲインが1である時のトーチの位置指令とフィードバックの関係を示すグラフ

[図9]従来技術におけるフィードフォワード制御を加えた位置制御ループを示すブロック図

[図10](a)トーチ引き上げ動作における追従遅れがない場合のトーチの速度指令とフィードバックの関係を時間とトーチ速度で表したグラフ(b)トーチ引き上げ動作における追従遅れがない場合のトーチの速度指令とフィードバックの関係を時間とトーチ位置で表したグラフ

[図11](a)フィードフォワードゲインが0である時のトーチ引き上げ動作におけるトーチの速度指令とフィードバックの関係を時間とトーチ速度で表したグラフ(b)フィードフォワードゲインが0.5である時のトーチ引き上げ動作におけるトーチの速度指令とフィードバックの関係を時間とトーチ速度で表したグラフ(c)フィードフォワードゲインが1である時のトーチ引き上げ動作におけるトーチの速度指令とフィードバックの関係を時間とトーチ速度で表したグラフ

[図12](a)フィードフォワードゲインが0である時のトーチ引き上げ動作におけるトーチの速度指令とフィードバックの関係を時間とトーチ位置で表したグラフ(b)フィードフォワードゲインが0.5である時のトーチ引き上げ動作におけるトーチの速度指令とフィードバックの関係を時間とトーチ位置で表したグラフ(c)フィードフォワードゲインが1である時のトーチ引き上げ動作におけるトーチの速度指令とフィードバックの関係を時間とトーチ位置で表したグラフ

[図13]本発明の実施の形態における衝突検出方法を示すブロック図

[図14]従来技術における衝突検出方法を示すブロック図(動力学演算方式)

[図15]ロボットの減速機のパネ成分を示す概略構成図

[図16]ロボットの減速機のパネ成分をモデル化したブロック線図

[図17]従来技術の形態における衝突判定を示す波形図

[図18]従来技術における衝突検出方法を示すブロック図(外乱オブザーバ方式)

[図19]ロボット減速機(ハーモニック減速機)のバネ定数を示すグラフ

[図20]本発明の実施の形態における衝突判定を示す波形図

[図21]本発明の実施の形態における衝突判定を示す波形図

符号の説明

- [0074]
- 1 溶接ワイヤ
 - 3 ワイヤ送給モータ
 - 4 溶接トーチ
 - 5 溶接電源装置
 - 7 母材
 - 8 アーク
 - 9 ロボットマニピレータ
 - 10 ロボット制御装置
 - 200 速度ループ指令 TVCA
 - 201 トーチ速度指令 TVC
 - 202 積分要素
 - 203 トーチ位置指令 TPC
 - 204 微分要素
 - 205 位置ループゲイン KPP
 - 206 速度ループ指令 TVCB
 - 207 微分要素
 - 208 トーチ速度FB信号 TVF
 - 209 速度ループ比例ゲイン KPS
 - 210 積分要素
 - 211 速度ループ積分ゲイン KIS
 - 212 電流指令 TCC
 - 213 電流アンプ

- 214 モータ
- 215 回転位置検出装置
- 216 位置制御ループ
- 217 FF制御ブロック
- 218 速度ループ
- 219 速度FFゲイン KFF
- 220 速度FFゲイン KFFA
- 221 速度FFゲイン KFFB
- 222 トーチ引き上げ速度指令 TUV C
- 223 通常動作速度指令 TNVC
- 224 トーチ引き離し制御ブロック

発明を実施するための最良の形態

[0075] (実施の形態1)

以下、本発明の一実施の形態について、図1から図3および図7と図8を用いて説明する。

[0076] まず、図2と図3を用いて本実施の形態における溶接システムの構成とアークスタートの過程について説明し、次いで、図1と図7、図8を用いて、本実施の形態におけるロボット制御装置10の位置制御ループについて説明する。

[0077] 図2は本実施の形態における溶接システムの概要を示す構成図で、消耗電極である溶接ワイヤ1は、ワイヤスプール2からワイヤ送給モータ3により溶接トーチ4の方向に繰り出される。

[0078] 溶接電源装置5は、溶接トーチ4および溶接チップ6を経由して溶接ワイヤ1と被溶接物である母材7との間に所定の溶接電流I及び溶接電圧Vを印加してアーク8を発生させるとともに、ワイヤ送給モータ3を制御して溶接施工を行うものである。

[0079] ロボットマニピュレータ9は、溶接トーチ4を保持し、溶接開始位置(図示せず)に位置決めを行うと共に溶接線(図示せず)に沿って溶接トーチ4を移動させるものである。

[0080] このロボット制御装置10は、溶接電源装置5との間で双方向通信Sを行い、溶接電

流 I や溶接電圧 V などの溶接諸条件や、溶接の開始や終了指令を送信することで、ロボットマニピュレータ9を制御する。

- [0081] 図3は、縦方向に、溶接トーチ4の移動速度 TV 、溶接ワイヤ1の送給速度 WF 、短絡判定信号 A/S 、溶接電流 I 、溶接電圧 V の各状況を表し、また、横軸に時間を表す。溶接開始信号がロボット制御装置10から溶接電源装置5に送信された時刻を $TS0$ としており、以後 $TS1$ から $TS5$ は、後述のタイミングを表している。なお、時刻 $TS0$ において、溶接トーチ4は溶接開始位置に位置する。また、 $TS1$ は溶接ワイヤ1と母材7が接触する時刻を示し、 $TS2$ は溶接ワイヤ1を母材7に押しつける方に加わる力がゼロとなる、すなわち溶接トーチ4の引き上げ速度と溶接ワイヤ1の送給速度が釣り合う時刻を示し、 $TS3$ は溶接ワイヤ1と母材7との短絡が解除される時刻を示し、 $TS4$ は溶接トーチ4の高さが所定の高さとなり溶接トーチ4の引き上げが完了した時刻を示し、 $TS5$ はワイヤの速度 WF が所定の速度になった時刻を示している。
- [0082] 図3において、本実施の形態では、溶接開始信号がロボット制御装置10から溶接電源装置5に送信される($TS0$)と、溶接電源装置5は溶接ワイヤ1と母材7の間に無負荷電圧 $V0$ を印加すると共にワイヤ送給モータ3を起動して溶接ワイヤ1を母材7に向かって加速する。
- [0083] 溶接ワイヤ1の送給速度が初期ワイヤ速度 $W0$ に達するとワイヤ送給モータ3の加速を停止し、一定速度でワイヤ送給を継続する。
- [0084] やがて $TS1$ の時刻において、溶接ワイヤ1と母材7が接触すると、溶接電源装置5の内部にある短絡判定手段(図示せず)により、短絡判定信号 A/S が出力される。
- [0085] この短絡判定信号 A/S は、双方向通信 S によってロボット制御装置10に伝達され、ロボット制御装置10は直ちにロボットマニピュレータ9を溶接トーチ4が母材7から概ね離れる方向への動作を開始し、溶接トーチ4の引き上げ動作を行う。
- [0086] $TS1$ から $TS3$ の間は初期短絡期間であり、この間、溶接ワイヤ1は初期ワイヤ速度 $W0$ での送給が継続され、ロボットマニピュレータ9は溶接トーチ4の引き上げ動作を継続するので、溶接ワイヤ1の先端部の速度は、図中の波線で示すように、ワイヤ速度 WF とトーチ速度 TV とが合成された速度となる。
- [0087] よって、 $TS1$ 以降の溶接ワイヤ1の先端は、図中の波線が示す合成速度がゼロとな

るTS2までの間は母材7に押しつけられることとなるが、TS2以降は合成速度が負に転じるので押しつけ量は減少して行き、やがてTS3の時点で短絡が解除される。TS3は、溶接ワイヤ1の押し付け量である三角形fghの面積よりも引き上げ量である三角形hjiの面積が上回った時刻である。

[0088] なお、溶接電源装置5は、時刻TS1において、初期短絡が発生すると溶接電流IをI1に制御し、所定の時間経過後に電流をI2に増加して短絡開放を待つ。

[0089] 初期短絡期間の第1段階として、溶接電流Iを比較的低く設定されたI1に制御する理由は、初期短絡によって溶接ワイヤ1の先端部のジュール加熱により溶接ワイヤ1が溶融し、アークの発生と同時に溶融した溶接ワイヤ1が飛散してスパッタとなるのを防止するためである。

[0090] また、電流をI1からI2に変化させる理由は、時刻TS3で短絡解放時にアークを発生させるのに十分なエネルギーを与えるためである。

[0091] なお、TS1で短絡検出し、その後の溶接トーチ4の引き上げ動作において、溶接トーチ4の速度TVに追従遅れが生じ、溶接トーチ4の引き上げ速度TVが溶接ワイヤ1の速度WFを上回る時間、つまり合成速度が負に転じる時間が余分にかかった場合、その間も溶接ワイヤ1は供給され続けるので、溶接ワイヤ1の押しつけ量が過大となり、溶接ワイヤ1が挫屈する可能性がある。

[0092] また、発明が解決しようとする課題で説明した従来例でTS1'の減速位置が前もってわからないことと同様、TS1の短絡検出時刻を予め教示することはできないので、追従遅れを見越して前もって引き上げ動作をすることは出来ない。

[0093] そこで、溶接ワイヤ1の押しつけ量を少なくするため、トーチ速度TVの追従遅れを少なくすることが必要となる。なお、本実施の形態の溶接方法は、図5を用いて説明した時刻TS0'における位置から溶接トーチ104が母材107側にも移動する従来例とは異なり、時刻TS0における位置からの溶接トーチ4の動作方向は、母材7から離れる方向のみであるので、従来例で示したような速度方向が変わることによる振動が原因となる挫屈の心配はない。

[0094] また、溶接トーチ4と溶接ワイヤ1の合成速度は一定である方が好ましいので、速度追従誤差を最小にするように調整すれば良い。

- [0095] 一方、ロボットマニピュレータ9の通常動作や位置決めにおいて、TS0の時刻で、母材7を供給するために待避位置にあった溶接トーチ4は、ロボット制御装置10がロボットマニピュレータ9を駆動することにより溶接開始位置へ移動してくる。
- [0096] この時は、溶接ワイヤ1の先端が母材7側へオーバーシュートすることなく停止することが好ましい。それは、溶接ワイヤ1の先端がオーバーシュートすると、意図しない時点で溶接ワイヤ1の先端が母材7に接触する恐れがあるからである。
- [0097] ただし、TS4以後の溶接方向への移動に関しては、軌跡精度つまり追従特性が求められるので、オーバーシュートが許容値内に収まる範囲でFFゲインを大きくすることが好ましい。
- [0098] 次に、ロボット制御装置10内に構成される本実施の形態における位置制御ループについて説明する。
- [0099] 図1はロボット制御装置10内に構成される位置制御ループを示すブロック図である。なお、この図1において、図6や図9と同様の構成については同一の符号を付している。
- [0100] この図1に示す位置制御ループは、図9を用いて説明した従来例の位置制御ループに、アークスタート時のトーチ引き上げ動作のみの応答性を改善するためのトーチ引き離し制御ブロック224を設けた構成となっている。
- [0101] また、図1では、速度指令を、溶接開始における図3で示す時刻TS1からTS4迄の溶接トーチ引き上げ動作に関するトーチ引き上げ速度指令TUVC222と、それ以外の通常動作における通常動作速度指令TNVC223としている。
- [0102] そして、このトーチ引き離し制御ブロック224は、トーチ引き上げ速度指令TUVC222に基づいて、溶接開始における溶接トーチ4を母材7から引き離す方向に移動させる動作の応答性を改善するためにFF(フィードフォワード)制御を行うものである。なお、このトーチ引き上げ速度指令TUVC222は、溶接開始において、ロボット制御装置10が溶接トーチ4を母材7から引き離す方向に移動させる制御を行うときに出力される指令であり、通常動作時には出力されないものである。
- [0103] 図1の制御ループにおいて、位置制御ループ216から速度ループ218に出力される速度ループ指令TVCB206について説明すると、速度FFゲインKFFB221が乗じ

られたトーチ引き上げ速度指令TUV C222と、速度FFゲインKFFA220が乗じられた通常動作速度指令TNVC223とを加算し、この加算したものを(数1)で計算した速度ループ指令TCVA200に加算することにより、速度ループ指令TVCB206が演算される。このTVCBを数式で表すと以下の(数4)となる。

[0104] [数4]

$$TVCB = TVCA + KFFA \times TNVC + KFFB \times TUV C$$

ここで、速度FFゲインKFFA、KFFBの範囲は以下の通りである。

$$0 \leq KFFA \leq 1.0$$

$$0 \leq KFFB \leq 1.0$$

ここで、速度FFゲインKFFA、KFFBの範囲は以下のとおりである。

[0105] また、位置制御ループ216に出力される位置指令TPC203について説明すると、位置指令TPC203は、トーチ引き上げ速度指令TUV C222と通常動作速度指令TNVC223の和を積分したものである。この位置指令TPCを数式で表すと下記の(数5)となる。

[0106] [数5]

$$TPC = \int (TNVC + TUV C) dt$$

なお、KFFA=KFFB=0の時は、従来例として図6で示したFF制御が無い制御ループと同じになる。

[0107] ここで、先にも述べたように、TS0以前とTS4以後の通常動作においては、オーバーシュートが許容値内に収まる範囲でFFゲインを大きくして追従性を改善することが好ましい。

[0108] そこで、通常動作速度指令TNVC223に乗算するための速度FFゲインKFFA220を例えばKFFA=0.5とすると、図7(b)、図8(b)で示す追従特性となり、位置のオーバーシュートは1%以下でありながら、追従特性は改善され位置最大誤差は9.2%に減少する。

[0109] 一方、溶接開始における図3に示す時刻TS1から時刻TS4迄のトーチ引き上げ動作では、トーチ速度TVの追従遅れを少なくし、速度追従誤差を最小にすることが必

要である。そこで、トーチ引き上げ速度指令TUV C222に乗算するための速度FFゲインKFFBを例えば $KFFB=1.0$ とすると、図7(c)、図8(c)で示す追従特性となり、速度の追従遅れと最大誤差を最小化出来る。

- [0110] 以上のように、ロボット制御装置10の位置制御ループを図1に示すトーチ引き離し制御ブロック224を設けた構成とし、トーチ引き上げ速度指令TUV C222と通常動作速度指令TNV C223とを別個に入力するものとし、トーチ引き上げ速度指令TUV C222は溶接開始においてロボット制御装置10が溶接トーチ4を母材7から引き離す方向に移動させる制御を行うときにのみ出力され通常動作時には出力されないものとする。ことで、溶接開始時に、トーチ引き離し制御ブロック224により溶接トーチ4の移動の速度追従性を高めることができるので、アーク発生シーケンスの無駄時間を削減することができ、溶接ワイヤ4の挫屈やスパッタの発生を防ぐことができる。
- [0111] また、通常動作時にはトーチ引き上げ速度指令TUV C222が出力されないので、通常動作時にトーチ引き離し制御ブロック224によるオーバーシュートが発生することなく通常動作を行うことができる。
- [0112] すなわち、図1に示す位置制御ループを構成することにより、溶接開始におけるTS1からTS4迄のトーチ引き上げ動作と、それ以外の通常動作における速度追従特性を最適に調整することが出来る。
- [0113] なお、本実施の形態の制御方法では、上述したように、溶接開始時の時刻TS0における位置からの溶接トーチ4の動作方向は、母材7から離れる方向のみであるので、従来例のように溶接トーチ4の速度方向が反転することにより溶接トーチ4の振動が発生して溶接ワイヤ1が挫屈する心配はない。
- [0114] また、溶接トーチ4を溶接方向に動作させながらアークスタートをさせるような場合には、溶接方向動作とトーチ引き上げ動作とが同時に行われるが、このような場合でも、速度指令を、溶接開始における図3で示す時刻TS1からTS4迄の溶接トーチ引き上げ動作に関するトーチ引き上げ速度指令TUV C222と、それ以外の通常動作における通常動作速度指令TNV C223と別個にしているので、溶接方向動作とトーチ引き上げ動作との速度追従特性を各々最適に調整することが出来る。なお、トーチ引き上げ速度指令TUV C222と通常動作速度指令TNV C223とを別個にせず、一

つの速度指令としFFゲインを変化させる方式では、FFゲインの適切な変化が困難であり、溶接方向に動作させながらアークスタートをさせることは難しい。

本発明の溶接システムにおける溶接ロボットには以下に示す衝突検出方法を採用することが望ましい。

- [0115] 近年、ロボットにおいて、衝突時の安全性向上や破壊による損失防止のために、衝突検出の高精度化が求められている。しかしながら、高精度な衝突センサを用いることはコストが増大し、さらに重量負荷としてのセンサを振り回すことになるので、ロボットの高速化や省エネに反することになる。そこで、衝突力のセンサレス検出における高精度化が求められている。
- [0116] 衝突力をセンサレスで求める方法としては、モータの駆動電流で発生したトルクからモータ及び減速機のイナーシャと摩擦で損失するトルクを差し引いた減速機出力トルクより、ロボットの逆動力学演算から求めたロボットの動力学トルクを差し引いて衝突力を求める方式(以下、動力学演算方式という。非特許文献1参照)と、外乱推定オブザーバを用いて衝突力を求める方式(以下、外乱推定オブザーバ方式という)がある。
- [0117] 図14は、動力学演算方式の制御ブロック線図である。
- [0118] 図14において、6は位置制御ブロックであり、位置指令の速度成分 $d\theta_{com}(1)$ を積分した位置指令 $\theta_{com}(3)$ と、モータ速度フィードバック $\omega_m(2)$ を積分したモータ位置フィードバック $\theta_m(4)$ との差分値から速度ループ指令 $\omega_{com}(7)$ を生成する。
- [0119] 図14の10は速度制御ブロックであり、速度ループ指令 $\omega_{com}(7)$ とモータ速度フィードバック $\omega_m(2)$ の差分値からモータ電流指令 $I_m(11)$ を生成する。
- [0120] 図14の18はモータと外力を示したブロックである。 $\tau_m(13)$ はモータ発生トルクであり、減速機が剛体であると仮定すると、モータ発生トルク $\tau_m(13)$ は、以下に示す(数6)において、モータ駆動側から見れば(数6-1)で表され、負荷側から見れば(数6-2)で表される。
- [0121] [数6]

$$\tau_m = K_t \times I_m \quad (\text{数} 1-1)$$

$$\tau_m = \tau_{dyn} + \tau_{dis} + J_m \times \alpha_m + D \times \omega_m + \tau_\mu \quad (\text{数} 1-2)$$

ただし、式(数1-1)、(数1-2)における記号は以下の通りである。

K_t (12) : モータトルク定数
 I_m (11) : モータ電流
 α_m : モータ角加速度 (ω_m の微分値)
 ω_m (2) : モータ角速度
 J_m : モータイナーシャ (ロータ+減速機1次側)
 D : 粘性摩擦係数
 τ_μ (15) : 動摩擦トルク
 τ_{dyn} (14) : 動力学トルク (重力トルク、慣性力、遠心力、コリオリ力の和)
 τ_{dis} (16) : 衝突トルク

[0122] また、上記に示す動摩擦トルク τ_μ (15) は、以下に示す(数7)で計算できる。

[0123] [数7]

$$\tau_\mu = K_\mu \times \text{sgn}$$

ただし、
 K_μ : 動摩擦の大きさ

$$\text{sgn} = \begin{cases} 1 & (\omega_m > 0) \\ 0 & (\omega_m = 0) \\ -1 & (\omega_m < 0) \end{cases}$$

[0124] また、(数6-2)の右辺にある衝突トルク τ_{dis} は、(数6-1)と(数6-2)より、以下に示す(数8)に変形して求めることが出来る。

[0125] [数8]

$$\tau_{dis} = (K_t \times I_m - J_m \times \alpha_m - D \times \omega_m - K_\mu \times \text{sgn}) - \tau_{dyn}$$

[0126] なお、上記(数8)において、 $K_t \times I_m - J_m \times \alpha_m - D \times \omega_m - K_\mu \times \text{sgn}$ はモータが減速機に出力するトルクであり、 τ_{dyn} は動力学トルクである。

[0127] 図14において、(30)は、(数8)を衝突トルク推定ブロックとして表したものである。

[0128] 衝突トルク推定ブロック(30)において、動力学トルク推定値 τ_{dyno} (29) は、動力学トルク演算ブロック(26)において、ロボットを構成する全軸のモータ速度フィードバックとロボットの機械パラメータを用いて逆動力学演算を実行することで求められる。

衝突トルク推定ブロック(30)は、この動力学トルク推定値 τ_{dyno} (29)を用いて衝突トルク推定値 τ_{diso} (28)をもとめ、この衝突トルク推定値 τ_{diso} (28)を衝突判定ブロック(31)へ出力する。

[0129] 衝突判定ブロック(31)は、所定の衝突検出閾値 τ_{th} を用いて、以下に示す(数9)に従い衝突を検出する。

[0130] [数9]

$$|\tau_{\text{diso}}| > \tau_{\text{th}}$$

[0131] 以上説明した従来の動力学演算方式では、減速機が剛体であることが前提であった。

[0132] しかし、実際の減速機にはバネ成分が存在し、このバネ成分により振動が発生する可能性がある。

[0133] 図15は、ロボットにおけるモータと減速機をモデル化した図を示したものであり、モータ取り付けベースとなるアーム1(71)に、モータ(72)、減速機(73)、ベアリング(74)が固定され、減速機2次側(77)の回転部に結合された負荷であるアーム2(79)を駆動する。

[0134] 減速機1次側(76)は、モータ回転軸(80)でモータ内のロータに結合され、モータ回転速度 ω_m (2)で回転する。減速機(73)は減速比 R_g で、モータ回転速度 ω_m (2)を負荷回転速度 ω_L (41)に減速する。

[0135] ここで、減速機(73)の減速比 R_g は下記に示す(数10)により表される。

[0136] [数10]

$$R_g = \omega_m / \omega_L$$

[0137] しかし、減速機(73)は減速機1次側(76)と減速機2次側(77)の間にバネ成分が存在するので、(数10)が成立するのは、バネの伸びが一定となった定常状態の場合のみである。

[0138] このバネ成分のバネ定数を K_S として、図15に示すモデルをブロック線図で表したものが図16である。

- [0139] 図16において、 $I_m(11)$ はモータ(72)を駆動するモータ電流指令、 $K_t(12)$ はモータ(72)のトルク定数、 $1/R_g(42, 43)$ は減速比の逆数、44はモータ伝達関数、45は負荷伝達関数、 $K_s(46)$ は減速機(73)のバネ定数、 $\theta_s(47)$ は減速機1次側(76)と減速機2次側(77)間に発生するねじれ角、48は積分である。
- [0140] $\tau_{dis}(22)$ は負荷(アーム2)に加わる衝突トルク、 $\tau_{dyn}'(49)$ は自軸の慣性力と重力トルクを除いた動力学トルク、 $\tau_G(50)$ は重力トルク、 $\tau_\mu(15)$ は動摩擦トルクである。
- [0141] モータ伝達関数(44)において、モータイナーシャ J_m はモータロータ(75)と減速機1次側(76)を合わせた回転軸(80)回りの慣性モーメント、 D_m はモータ粘性摩擦係数である。
- [0142] 負荷伝達関数(45)においても、負荷イナーシャ J_L は負荷(アーム2)(79)と減速機2次側(77)を合わせた回転軸(80)回りの慣性モーメント、 D_L は負荷粘性摩擦係数である。
- [0143] 特に大型ロボットでは、図16でモデル化した減速機のバネ成分の共振周波数が10Hz以下の低い周波数となり、ロボットの動作周波数がこれに近くなれば、振動が発生する確率が増加する。
- [0144] ロボットの通常用途では、振動が発生しないように、ロボットの動作周波数はバネ成分の共振周波数より低くなるように加減速を調整するので、それほど大きな問題とはならない。しかし溶接用途では、特許文献2に記載されたアークスタート時のトーチ引き上げ動作や、トーチを振動させるウィービング動作等では、多少振動が発生し軌跡精度が多少劣化しても速応性が求められるため、ロボットの動作周波数がバネ成分の共振周波数に近づく可能性は高い。
- [0145] このような場合、減速機のバネ成分による振動を無視して、衝突検出閾値を定めると、衝突していないにも関わらず、衝突としていると誤検出する可能性がある。
- [0146] 図17はこの誤検出を示した例を示す図であり、時刻0.1~0.5の間は通常動作を示し、時刻0.6~0.8はトーチ引き上げ動作を示しており、上から、位置指令の速度成分 $d\theta_{com}(1)$ の時間変化、その下にそれを微分した加速度成分 α_{com} の時間変化、その下に衝突トルク推定値 $\tau_{diso}(28)$ の時間変化を示している。

- [0147] 通常動作では、 α_{com} の絶対値は、減速機ばね成分による振動を発生させない様に、加速度閾値 α_{th} を越えないように調整される。そして、この加速度閾値 α_{th} は、実際に通常動作を行うことで求められるものである。
- [0148] しかしトーチ引き上げ動作では、多少振動が発生して軌跡精度が多少劣化しても速応性が求められるため、このときの加速度 α_{com} は加速度閾値 α_{th} を越える可能性がある。
- [0149] 図14で示す従来の動力学演算方式では、減速機のパネ成分を図16の様にモデル化していないので、その振動がそのまま衝突トルク推定値 τ_{diso} (28)の誤差として現れる。この様子を表したものが、図5の時刻0.6~0.8間であり、衝突トルク推定値 τ_{diso} (28)の絶対値が衝突検出閾値 τ_{th} (39)を2回越えている。
- [0150] このような現象が発生すると、衝突していないにも関わらず衝突が発生したと誤検出することになる。この誤検出を避けるためには、衝突検出閾値 τ_{th} (39)を大きくするしかないが、逆に衝突検出感度が低くなるので、実際に衝突が発生した場合の検出が遅れることになる。そして、衝突検出が遅れると、衝突による衝撃緩和手段をとるのも遅れることになり、アームや減速機、さらにはワーク等にダメージを与えることになる。
- [0151] 一方、外乱推定オブザーバ方式では、図15、図16で示した、減速機がバネを持ったモデルを対象として、衝突検出を実現する方法が知られている(例えば特許文献3参照)。
- [0152] 図18に外乱オブザーバ方式を説明するためのブロック図を示す。衝突トルク推定ブロック(69)において、外乱推定オブザーバ(61)は、入力としてモータ電流 I_m (11)とモータ回転速度 ω_m (11)、演算パラメータとしてモータイナーシャ J_m 、負荷イナーシャ J_L 、モータ粘性摩擦係数 D_m 、負荷粘性摩擦係数 D_L 、減速機バネ定数 K_S (46)および減速比 R_g を用いて、負荷回転速度 ω_L (41)、ねじれ角 θ_s (47)及び外乱トルクの和($\tau_{dis} + \tau_{dyn}' + \tau_{\mu} + \tau_G$) \circ (65)を推定するものである。
- [0153] 重力トルク演算ブロック(62)は、ロボットを構成する全軸の位置情報(速度を積分(63))から重力トルク推定値を演算し、重力トルク推定値 τ_{Go} (67)を出力する。
- [0154] 衝突トルク推定ブロック(69)は、外乱トルクの和($\tau_{dis} + \tau_{dyn}' + \tau_{\mu} + \tau_G$) \circ (

65)から、重力トルク推定値 τ_{Go} (67)と動摩擦トルク推定値 $\tau_{\mu o}$ (24)とを減算し、衝突トルク推定 ($\tau_{dis} + \tau_{dyn}'$)_o (66)を衝突判定ブロック(30)に出力する。

特許文献2:特開2002-205169号公報

特許文献3:特開2000-52286号公報

非特許文献1:小菅一弘、他1名、“マニピュレータの動的衝突検出”、日本機械学会 [No. 99- 9]ロボティクス・メカトロニクス講演会'99講演論文集 2A1-11-030

しかし、従来の外乱推定オブザーバ方式では、下記の課題がある。

- [0155] 1つ目の課題は、衝突トルク推定 ($\tau_{dis} + \tau_{dyn}'$)_o (66)に、自軸の慣性力と重力トルクを除いた動力学トルク τ_{dyn}' (49)が含まれることである。 τ_{dyn}' (49)は主に他軸からの干渉力(遠心力、コリオリ力)で構成される。
- [0156] この τ_{dyn}' (49)が誤差成分となるので、動力学演算方式に比べ、衝突検出閾値 τ_{th} が大きくなる(衝突検出感度が下がる)ことが考えられる。つまり、せっかく図15、図16で示した、減速機のパネ成分をモデル化しても動力学演算方式より衝突検出感度が下がる可能性がある。
- [0157] 2つ目の課題は、外乱オブザーバ(61)では、負荷イナーシャJLとバネ定数KS(46)の正確な値が必要で、これらのパラメータに誤差があると、外乱推定にも誤差が発生し、バネをモデル化した意味が少なくなることである。
- [0158] 負荷イナーシャJLは、ロボットの姿勢やアームに取り付ける負荷により変動するので、リアルタイムに演算する必要があり、演算は可能である。
- [0159] しかし、バネ定数KS(19)を固定値とすることには問題がある。図19は、ロボットに使用される減速機の代表であるハーモニック減速機のパネ定数KSの一例を示す図であり、あるメーカーカタログに記載されているものである。図19において、ねじれ角が変わるとバネ定数も変化するので、3段階の直線で近似されており、それぞれのトルク定数をK1、K2、K3としている。ロボットで使用される頻度の高い、減速比80以上のバネ定数について、メーカーカタログ値よりK1、K2、K3の平均値を求め、その平均値を基準にK1、K2、K3の誤差を算出すると、最大で約33%になる。
- [0160] また、ねじれ角 θ_s (47)と負荷回転速度 ω_L (41)は直接測定されるのではなく、外乱推定オブザーバの1変数として推定される値のため、バネ定数KS(46)が変わると

ねじれ角 θ_s (47) の推定値も変化する。しかし、現実には、バネ定数 K_S (46) がねじれ角 θ_s (47) の関数になっており、相互に従属するので、推定は不可能となる。

[0161] そこで、外乱推定オブザーバを成立させるには、バネ定数 K_S (46) を固定値と見なすしか方法はないが、その誤差が外乱推定値の精度を悪化させる可能性は高い。

[0162] すなわち、減速機のパネ成分をモデル化しても、衝突力の検出精度を十分に上げられるとは限らないので、衝突していないにも関わらず、衝突として誤検出する可能性を無くすことは困難である。

[0163] したがって、本発明のロボットの衝突検出方法では、ロボットの動作周波数が低い時(例えば、通常動作時)の衝突検出感度を落とすことなく、動作周波数が減速機バネ成分の共振周波数に近付いた時(例えば、溶接トーチの引き上げ動作時)の衝突誤検出を防ぐことを目的とする。

[0164] 上記目的を達成するために、本発明のロボットの衝突検出方法は、減速機を介してモータにより駆動されるロボットにおいて、モータが前記減速機に出力するトルクからロボットの逆動力学演算で求めた動力学トルクを差し引くことにより、衝突による外力をセンサレスで検出し、外力の検出値が予め設定した所定の閾値より大きければアームが外力を受けたと判断する衝突検出方法を有し、ロボット動作の指令加速度が予め設定した所定値より大きければ衝突検出における閾値を上げて衝突検出感度を下げるものである。

[0165] また、本発明のロボットの衝突検出方法は、ロボット動作の指令加速度が予め設定した所定値より大きければ衝突検出における閾値を上げ、それを所定時間保持するものである。

[0166] 以上のように、本発明のロボットの衝突検出方法においては、ロボットの動作周波数が低い時(例えば、通常動作時)の衝突検出感度を落とすことなく、動作周波数が減速機バネ成分の共振周波数に近付いた時(例えば、溶接トーチの引き上げ動作時)の衝突誤検出を防ぐことができる。

[0167] また、ロボット動作の指令加速度が予め設定した所定値より大きければ前記衝突検出における閾値を上げ、それを所定時間保持することにより、減速機バネ成分の振動の位相遅れや振動の持続による衝突誤検出を防ぐことができる。

[0168] 以下、ロボットの衝突検出の実施の形態について説明する。

[0169] 図13は、本実施の形態における衝突検出方法を示すブロック図であり、図14で示した動力学演算方式をベースに、衝突検出閾値設定ブロック(34)を追加した構成となっている。なお、図13において、図14と同様の箇所については同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

[0170] 図13において、衝突検出閾値設定ブロック(34)では、位置指令の速度成分 $d\theta_{com}(1)$ を微分した位置指令の加速度成分 $\alpha_{com}(33)$ を入力とし、所定の加速度閾値 α_{th} と比較をし、以下に示す(数11)に従って衝突検出閾値 $\tau_{vth}(35)$ を衝突判定ブロック(31)に出力する。

[0171] [数11]

$$\tau_{vth} = \begin{cases} \tau_{th} + d\tau_{th} & (|\alpha_{com}| > \alpha_{th} \text{ の時}) \\ \tau_{th} & (|\alpha_{com}| \leq \alpha_{th} \text{ の時}) \end{cases}$$

ただし、

τ_{th} : 通常動作で調整した衝突検出閾値
 $d\tau_{th}$: 減速機バネ振動に対応した閾値増分

[0172] なお、上記 τ_{th} は通常動作を実際に行ってそれに基づいて予め求められたものであり、 $d\tau_{th}$ は、通常動作ではない動作を実際に行ってそれに基づいて予め求められたものである。

[0173] そして、この衝突検出閾値 $\tau_{vth}(35)$ を用いて、衝突判定ブロック(31)で衝突判定をしたときの波形を図20に示す。なお、図20では、通常動作ではない動作の例として、ロボットが溶接トーチの引き上げ動作を行う例を示している。

図20に示すように、トーチ引き上げ動作を行っている時刻0.6～0.8間では、位置指令の加速度成分 $\alpha_{com}(33)$ の絶対値が所定の加速度閾値 $\alpha_{th}(38)$ を越えるので、その間は、(数11)で示したように、衝突検出閾値 $\tau_{vth}(35)$ は、通常動作で調整した衝突検出閾値 τ_{th} より $d\tau_{th}(36)$ 分大きくなる。このことにより、時刻0.6～0.8間で、衝突トルク推定値 $\tau_{diso}(28)$ に減速機バネの振動誤差が加わっても、その絶対値は衝突検出閾値 $\tau_{vth}(35)$ を越えないので、衝突誤検出は発生しない。

[0174] また、時刻0.8以後では、位置指令の加速度成分 $\alpha_{com}(33)$ の絶対値が所定

の加速度閾値 $\alpha_{th}(38)$ 以下になるので、衝突検出閾値 $\tau_{vth}(35)$ は通常動作で調整した衝突検出閾値 τ_{th} に戻り、これにより通常動作時の衝突検出感度を落とすことはしない。

[0175] なお、上記した閾値の判定や閾値の変更は、例えば、ロボットシステムに設けられているCPU (Central Processing Unit) 内に記憶されているプログラムにより行われるものである。

[0176] また、上記では、位置指令の加速度成分 $\alpha_{com}(33)$ の絶対値が所定の加速度閾値 $\alpha_{th}(38)$ 以下になった時点で直ぐに衝突検出閾値 $\tau_{vth}(35)$ を通常動作で調整した衝突検出閾値 τ_{th} に戻す例を示したが、位置指令の加速度成分 $\alpha_{com}(33)$ の絶対値が所定の加速度閾値 $\alpha_{th}(38)$ 以下になった時点で直ぐに衝突検出閾値 $\tau_{vth}(35)$ は通常動作で調整した衝突検出閾値 τ_{th} に戻すのではなく、図21に示すように所定の時刻 $T_d(37)$ の間衝突検出閾値 $\tau_{vth}(35)$ の値を $\tau_{th} + d\tau_{th}$ に保持するようにしてもよい。

[0177] この例を、図21を用いて説明する。図21において、トーチ引き上げ動作を行っている時刻0.6~0.8間では、位置指令の加速度成分 $\alpha_{com}(33)$ の絶対値が所定の加速度閾値 $\alpha_{th}(38)$ を越えるので、その間は、(数6)で示したように、衝突検出閾値 $\tau_{vth}(35)$ は通常の場合より、 $d\tau_{th}(36)$ 分大きくなるが、一度位置指令の加速度成分 $\alpha_{com}(33)$ の絶対値が所定の加速度閾値 $\alpha_{th}(38)$ を越えて、次に下回る時は(図では時刻0.8)衝突検出閾値 $\tau_{vth}(35)$ の値を $\tau_{th} + d\tau_{th}$ に所定の時刻 $T_d(37)$ の間保持する。

[0178] このように、位置指令の加速度成分 $\alpha_{com}(33)$ の絶対値が所定の加速度閾値 $\alpha_{th}(38)$ を越えて、その後加速度閾値 $\alpha_{th}(38)$ を下回った場合でも、衝突検出閾値 $\tau_{vth}(35)$ の値を τ_{th} にすぐに戻さず、所定の時刻 $T_d(37)$ の間衝突検出閾値 $\tau_{vth}(35)$ の値を $\tau_{th} + d\tau_{th}$ に保持することで、減速機バネ成分による振動の位相遅れや振動の持続が生じる場合でも、衝突誤検出を防ぐことができる。

[0179] なお、上記した所定の時刻 $T_d(37)$ の間衝突検出閾値 $\tau_{vth}(35)$ の値を $\tau_{th} + d\tau_{th}$ に保持する処理は、例えば、ロボットシステムに設けられているCPU (Central Processing Unit) 内に記憶されているプログラムにより行われるものである。

[0180] また、本実施の形態では、動力学演算方式をベースに説明したが、図18で示す外乱推定オブザーバ方式にも同様の手法を用いることが出来ることは言うまでもない。

[0181] 以上のように、通常動作に対して加速度成分が大きくなる溶接トーチの引き上げ動作等を行う場合には、通常動作で調整した衝突検出閾値よりも閾値を大きくすることで衝突誤検出を防ぐことができ、加速度成分が通常動作の状態に戻った場合には衝突検出閾値を通常動作で調整した衝突検出閾値に戻すことで通常動作時の衝突検出感度を低下させることなく衝突検出を行うことができる。

本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

[0182] 本出願は、2004年10月21日出願の日本特許出願2004-306672および2004年10月21日出願の日本特許出願2004-206673に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

産業上の利用可能性

[0183] 本発明の消耗電極式溶接方法は、従来の消耗電極式溶接方法が有していたアーク発生シーケンスの無駄時間を削減してタクトタイムを短縮すると共に、溶接始端部でのワイヤ挫屈やスパッタの発生を防止し、アークスタートの不良に起因する生産ラインの停止を効果的に削減することができるので、例えば生産設備や建設用途などに用いられる消耗電極式溶接方法として産業上有用である。

[0184] さらに、前述のロボットの衝突検出方法を採用することで、ロボットの動作周波数が低い時の衝突検出感度を落とすことなく、動作周波数が減速機バネ成分の共振周波数に近付いた時の衝突誤検出を防ぐことができるので、溶接用途におけるアークスタート時のトーチ引き上げ動作や、トーチを振動させるウィービング動作等の多少振動が発生し軌跡精度が多少劣化しても速応性が求められる条件でも衝突誤検出を防ぐことが可能となる。

請求の範囲

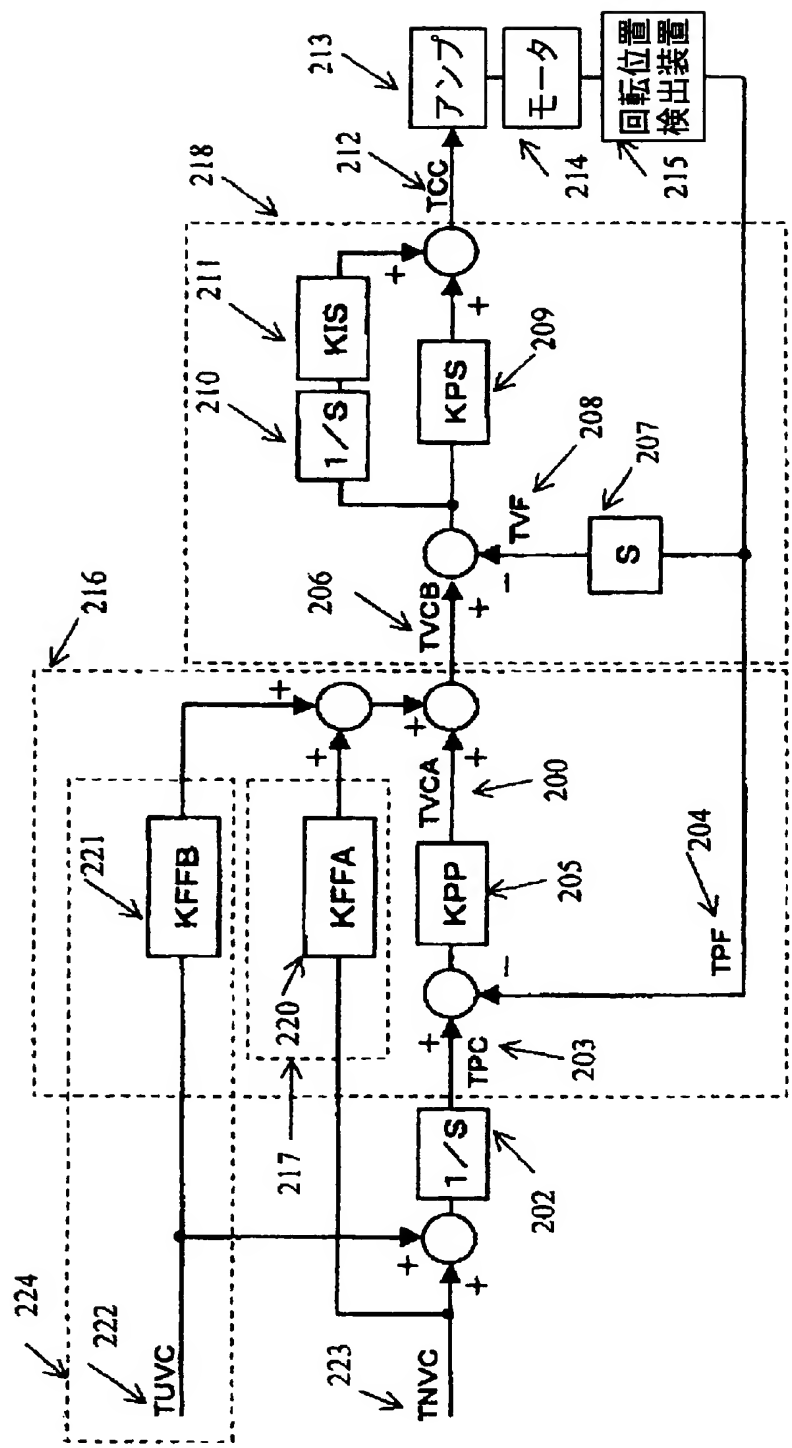
- [1] 溶接ワイヤを溶接トーチへ送給するワイヤ送給手段と、
前記溶接トーチを保持し、かつ溶接トーチを移動するアクチュエータと、
位置制御系を有しており前記アクチュエータを駆動制御する制御装置と、
被溶接物と溶接ワイヤとの間に溶接出力を加える溶接電源装置とを備えた溶接システムであって、
前記アクチュエータにより溶接トーチを被溶接物から引き離す方向に移動し、
溶接ワイヤの被溶接物に対する速度を制御し、
前記制御装置は、前記位置制御系とは別に、溶接トーチを被溶接物から引き離す方向に前記アクチュエータを移動する専用の引き離し制御系を備える溶接システム。
- [2] 引き離し制御系は、フィードフォワード制御を行う請求項1記載の溶接システム。
- [3] 引き離し制御系は、溶接トーチを被溶接物から引き離す方向に移動する際にのみ用いる請求項1記載の溶接システム。
- [4] 請求項1記載の溶接システムは、減速機を介してモータにより駆動される多関節型ロボットを備え、
モータが前記減速機に出力するトルクからロボットの逆動力学演算で求めた動力学トルクを差し引くことにより、衝突による外力をセンサレスで検出し、
外力の検出値が予め設定した所定の閾値より大きければアームが外力を受けたと判断し、
ロボット動作の指令加速度が予め設定した所定値より大きければ前記衝突検出における閾値を上げて衝突検出感度を下げることとを特徴とする多関節型ロボットの衝突検出方法を採用したことを特徴とする請求項1記載の溶接システム。

- [5] ロボット動作の指令加速度が予め設定した所定値より大きければ前記衝突検出における閾値を上げ、この閾値を上げた状態を所定時間保持することを特徴とする請求項4記載の溶接システム。
- [6] 溶接ワイヤを溶接トーチへ送給するワイヤ送給手段と、
前記溶接トーチを保持し、かつ溶接トーチを移動するアクチュエータと、
位置制御系を有しており前記アクチュエータを駆動制御する制御装置と、
被溶接物と溶接ワイヤとの間に溶接出力を加える溶接電源装置を備えた溶接システムを用いて、前記アクチュエータにより溶接トーチを被溶接物から引き離す方向に移動し、溶接ワイヤの被溶接物に対する速度を制御する消耗電極式溶接方法であって、
前記制御装置は、前記位置制御系とは別に、溶接トーチを被溶接物から引き離す方向に前記アクチュエータを移動する専用の引き離し制御系を備える消耗電極式溶接方法。
- [7] 引き離し制御系は、フィードフォワード制御を行う請求項6記載の消耗電極式溶接方法。
- [8] 引き離し制御系は、溶接トーチを被溶接物から引き離す方向に移動する際にのみ用いる請求項6記載の消耗電極式溶接方法。
- [9] 請求項6記載の溶接方法では、減速機を介してモータにより駆動される多関節型ロボットを用い、
モータが前記減速機に出力するトルクからロボットの逆動力学演算で求めた動力学トルクを差し引くことにより、衝突による外力をセンサレスで検出し、
外力の検出値が予め設定した所定の閾値より大きければアームが外力を受けたと判断し、
ロボット動作の指令加速度が予め設定した所定値より大きければ前記衝突検出における閾値を上げて衝突検出感度を下げることとを特徴とする請求項6記載の消

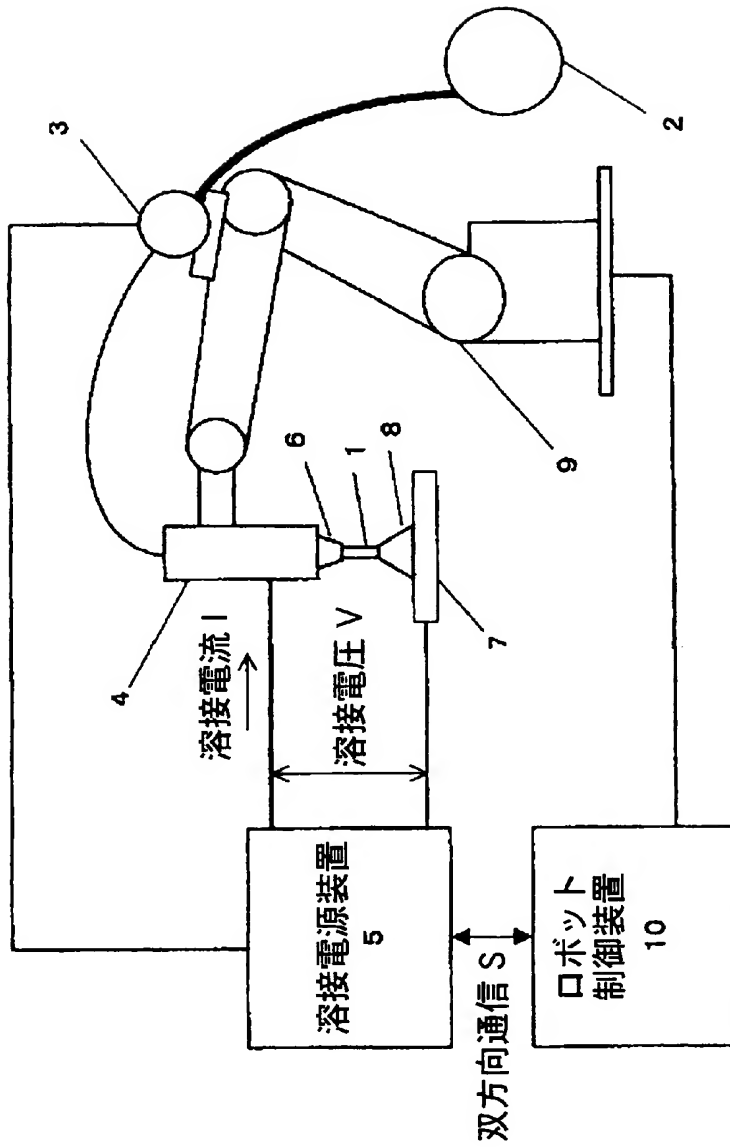
耗電極式溶接方法。

- [10] ロボット動作の指令加速度が予め設定した所定値より大きければ前記衝突検出における閾値を上げ、この閾値を上げた状態を所定時間保持することを特徴とする請求項8記載の消耗電極式溶接方法。

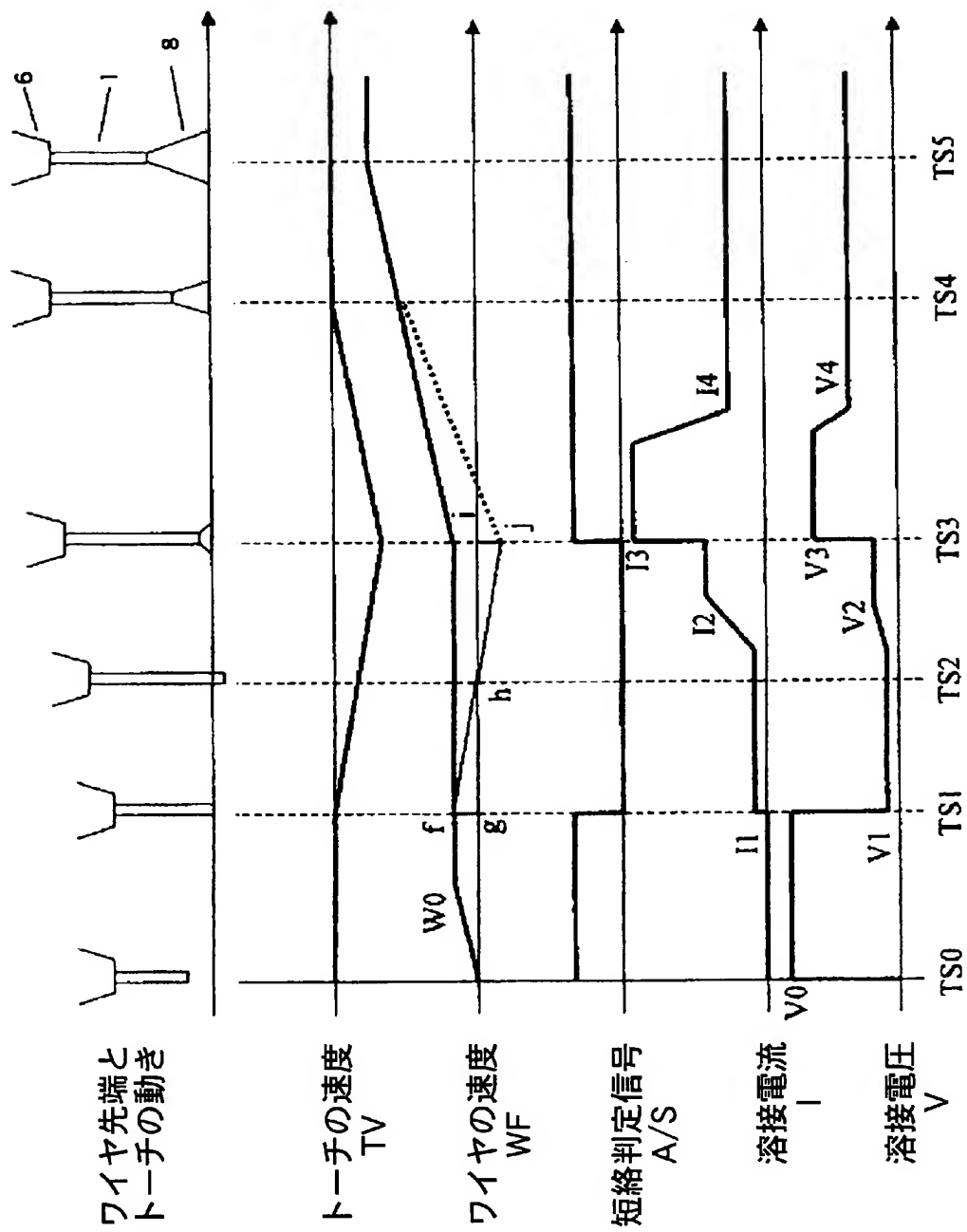
[図1]



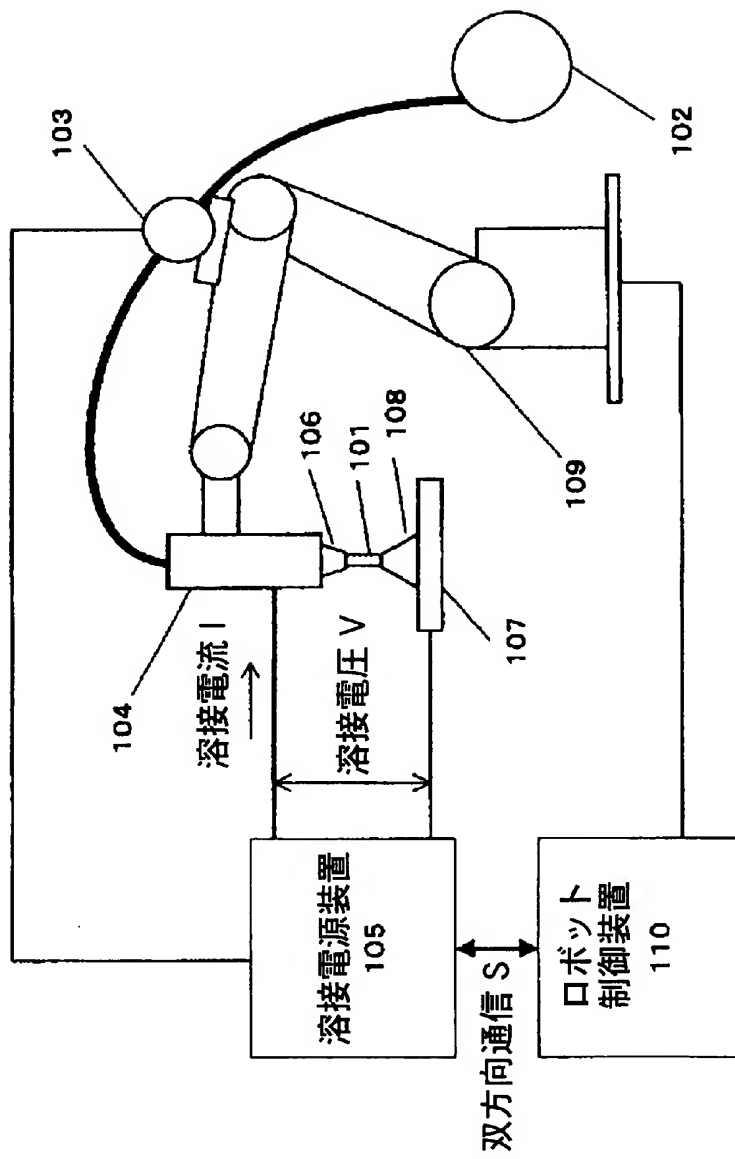
[図2]



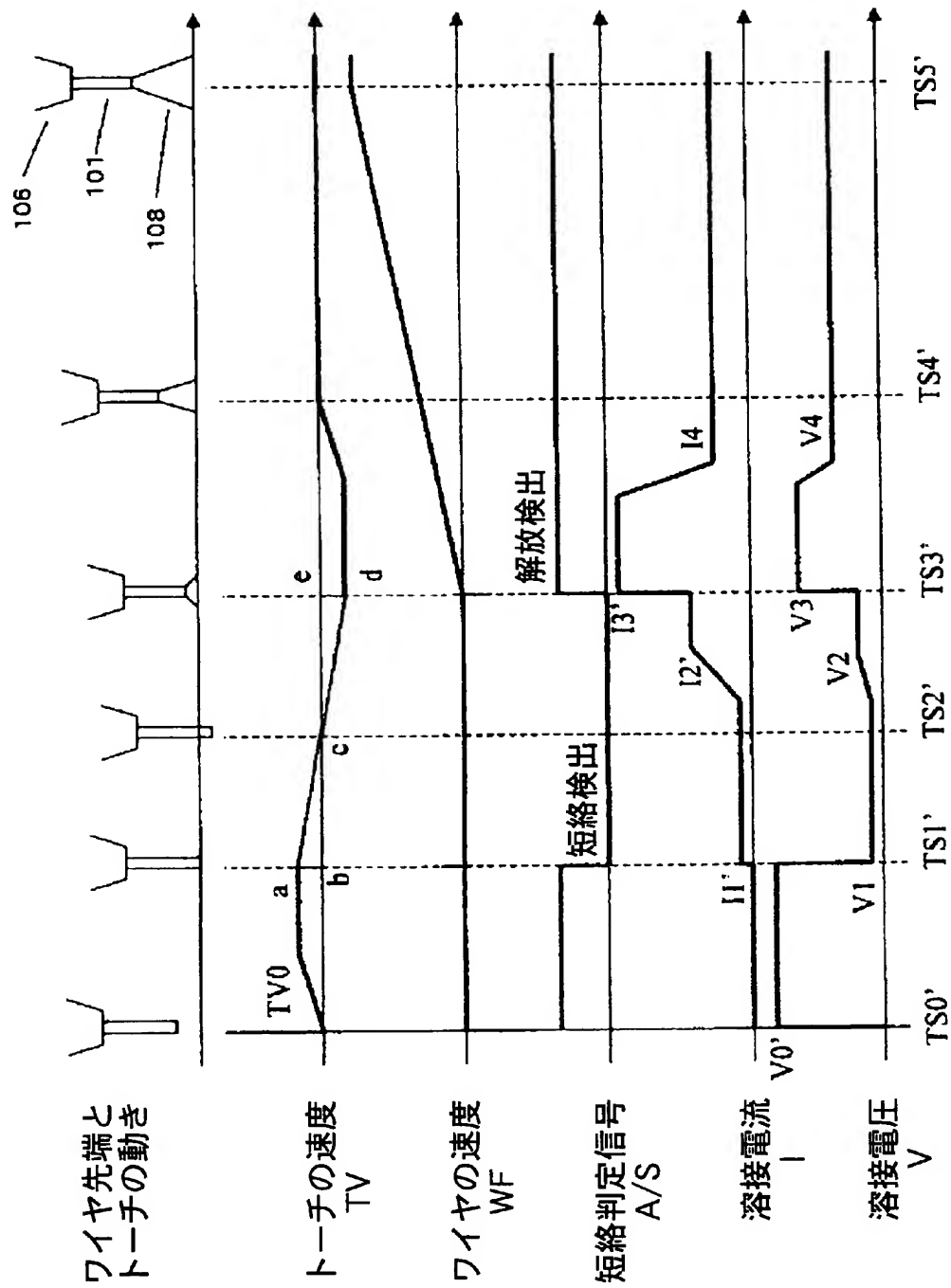
[図3]



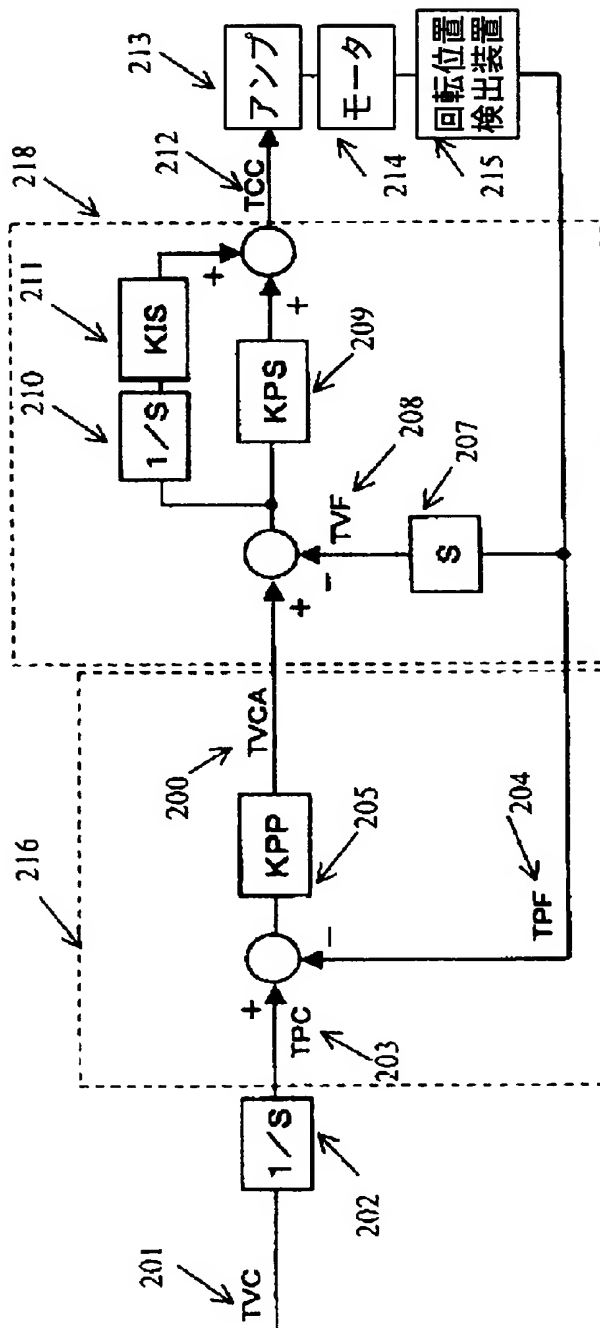
[図4]



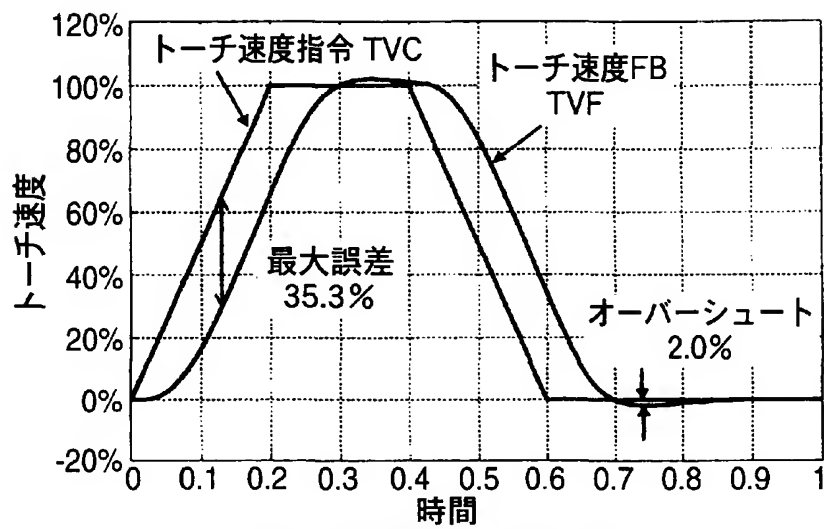
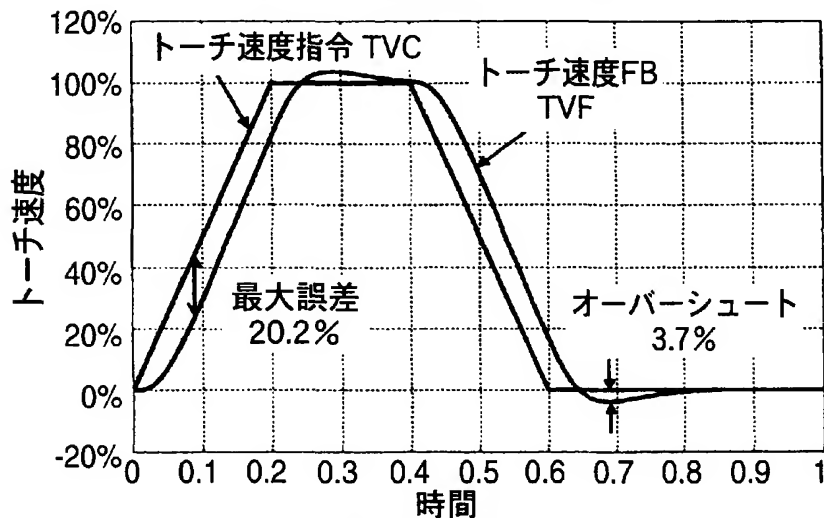
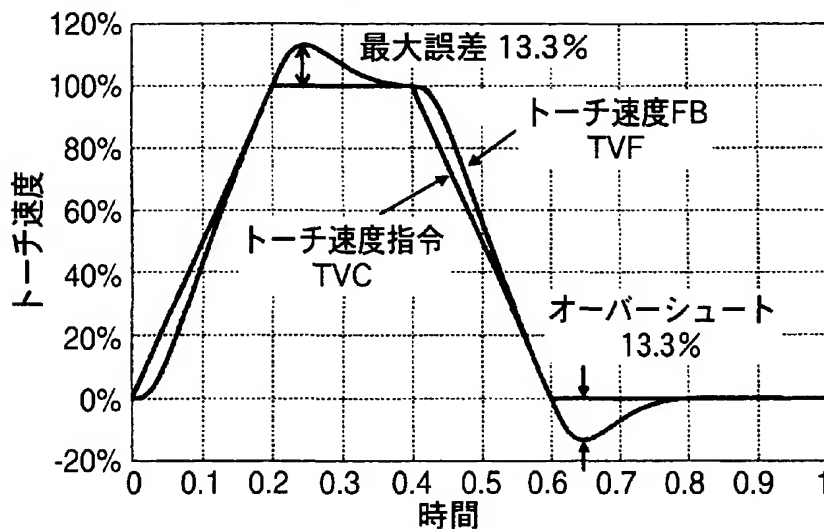
[図5]



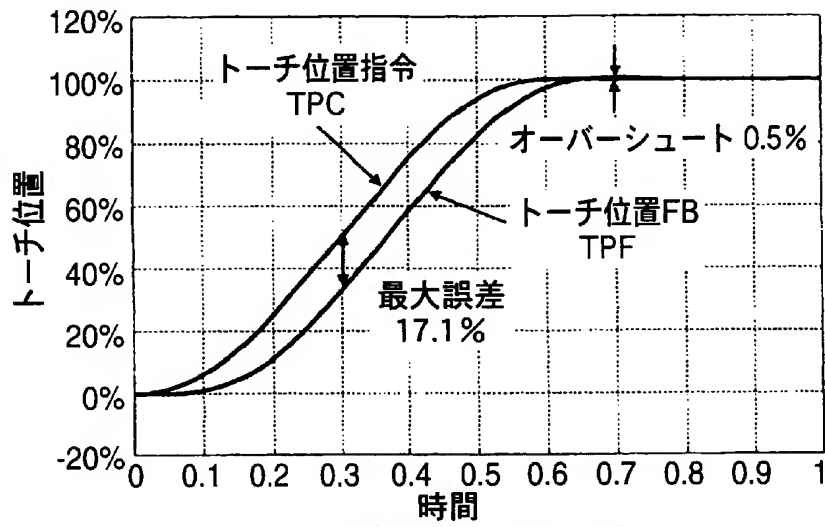
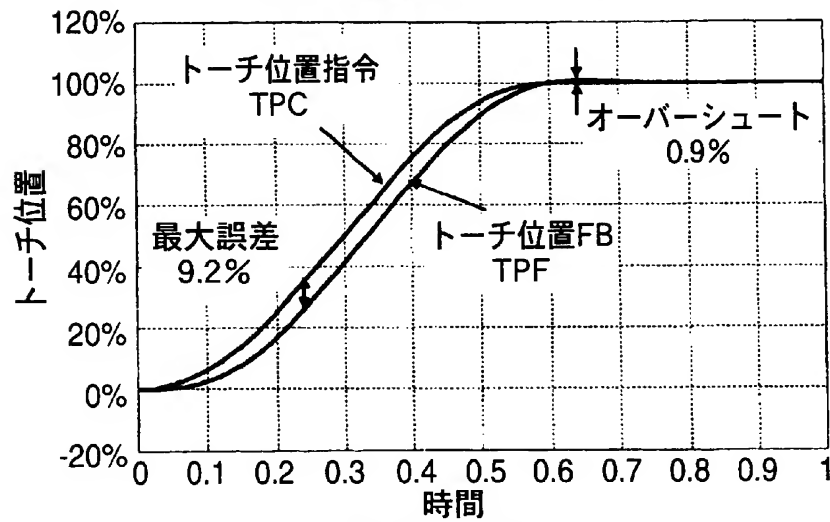
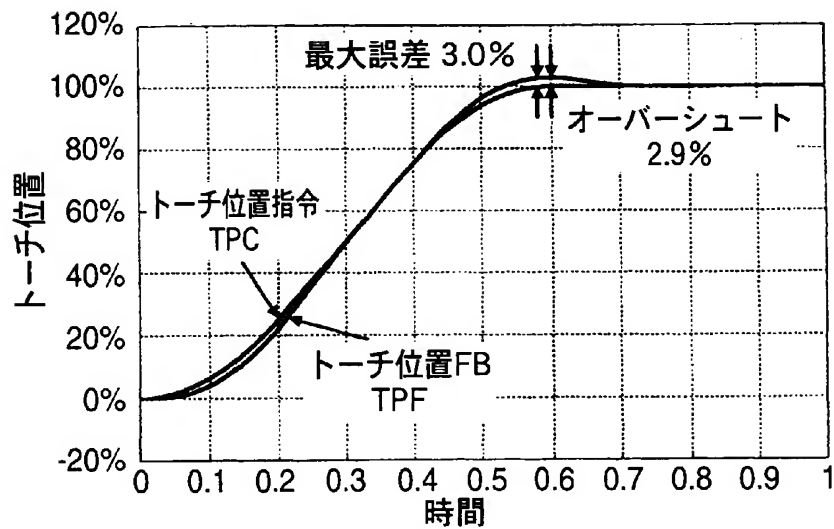
[図6]



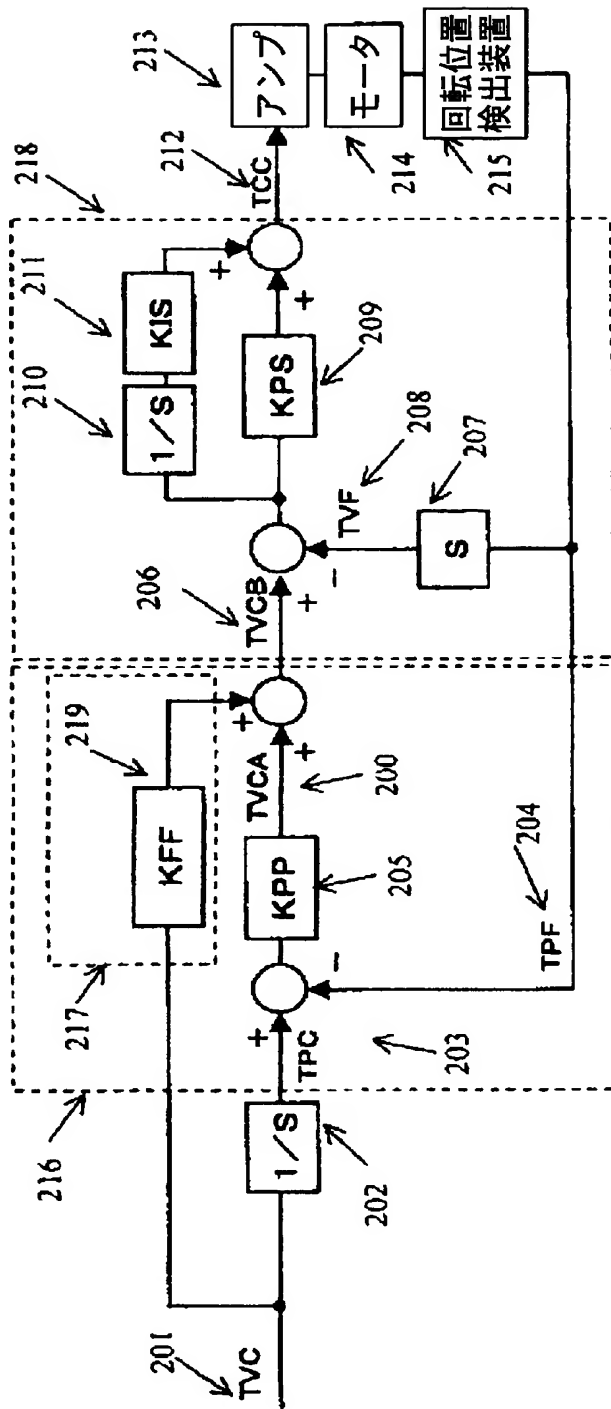
[図7]

(a) FF制御無し ($KFF=0$)(b) $KFF=0.5$ (c) $KFF=1.0$

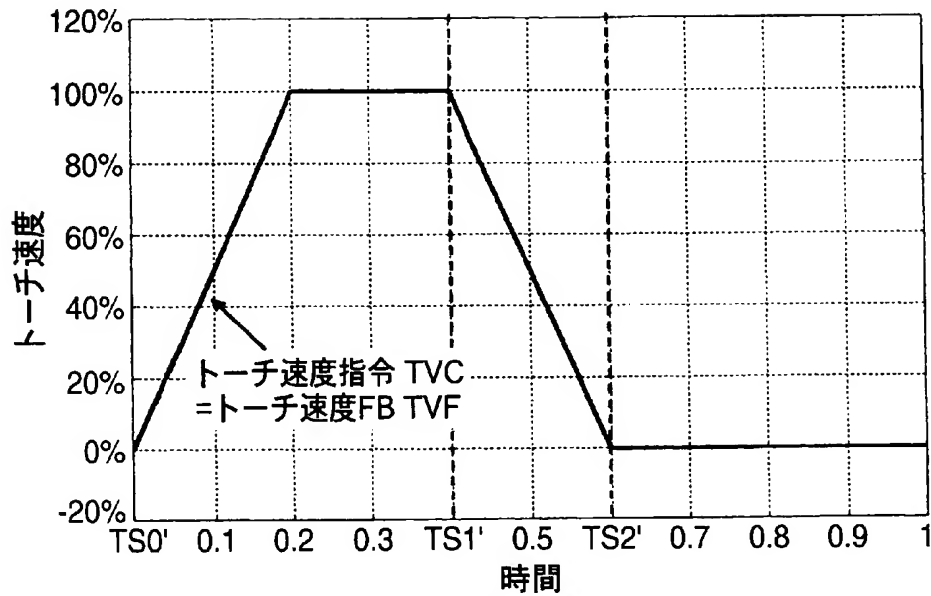
[図8]

(a) FF制御無し ($KFF=0$)(b) $KFF=0.5$ (c) $KFF=1.0$

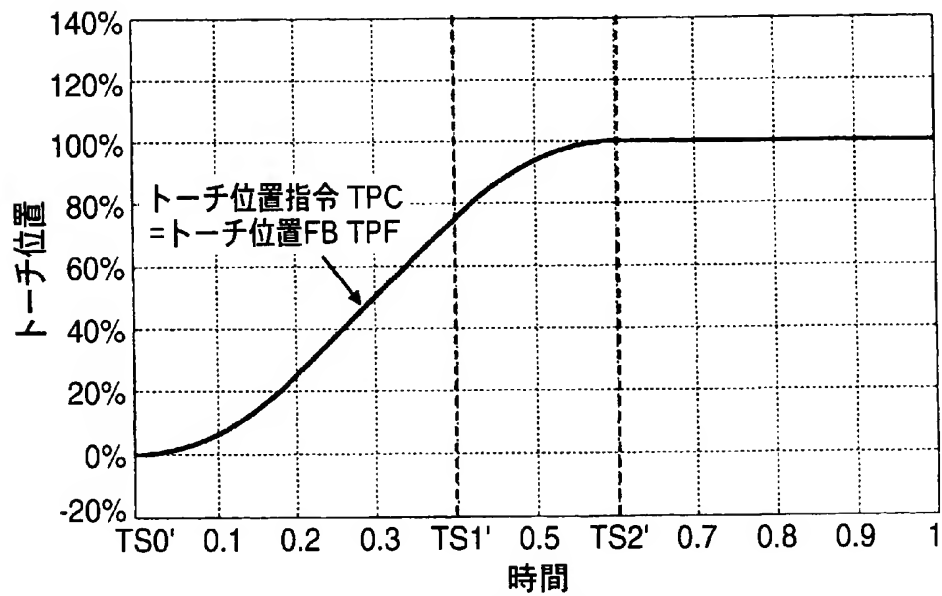
[図9]



[図10]

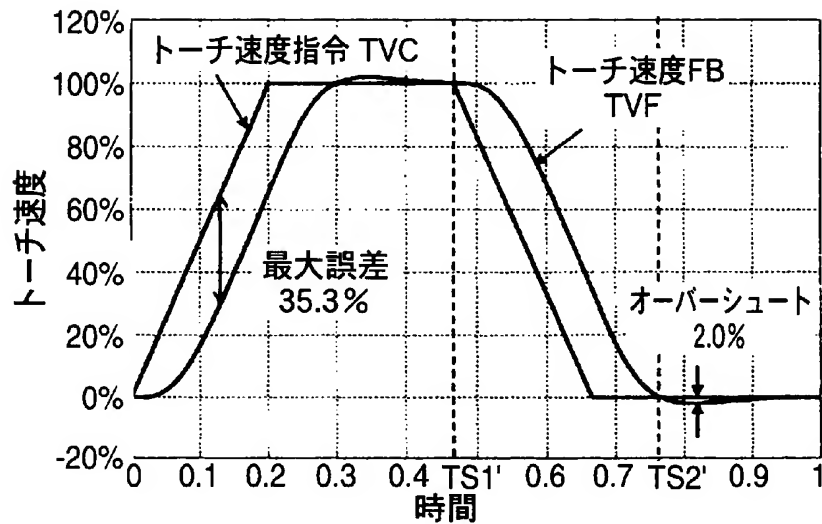


(a) 追従遅れ = 0

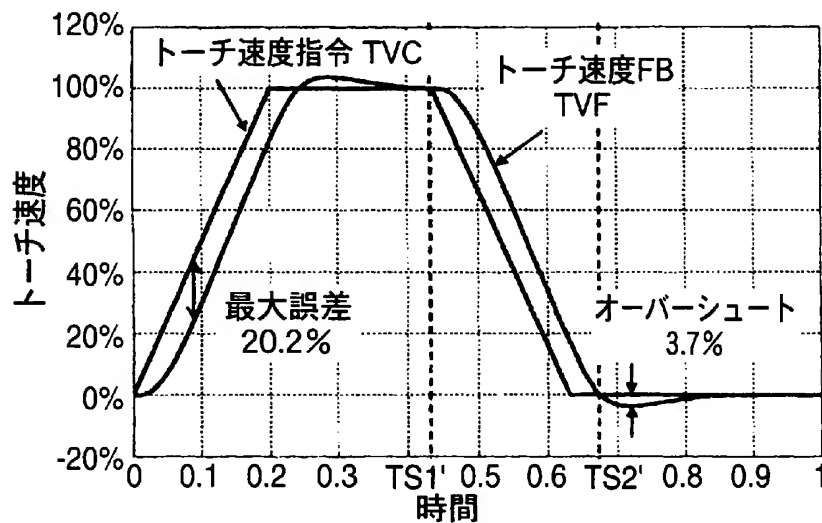


(b) 追従遅れ = 0

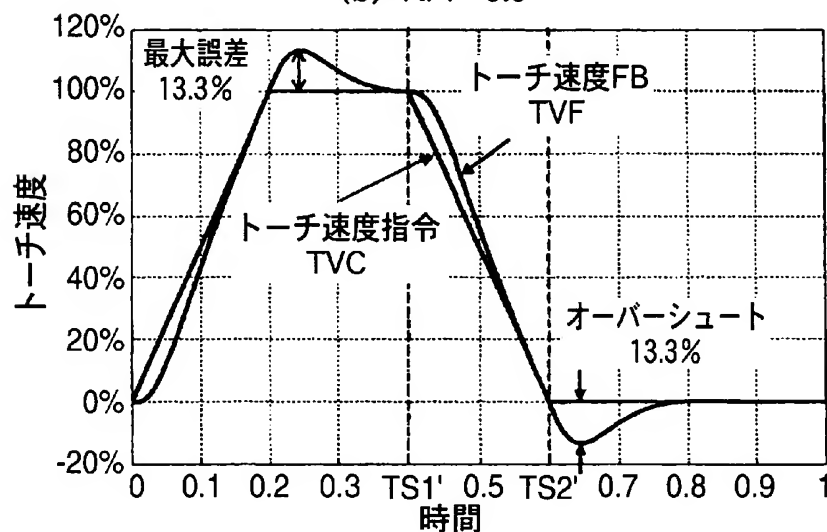
[図11]



(a) KFF=0

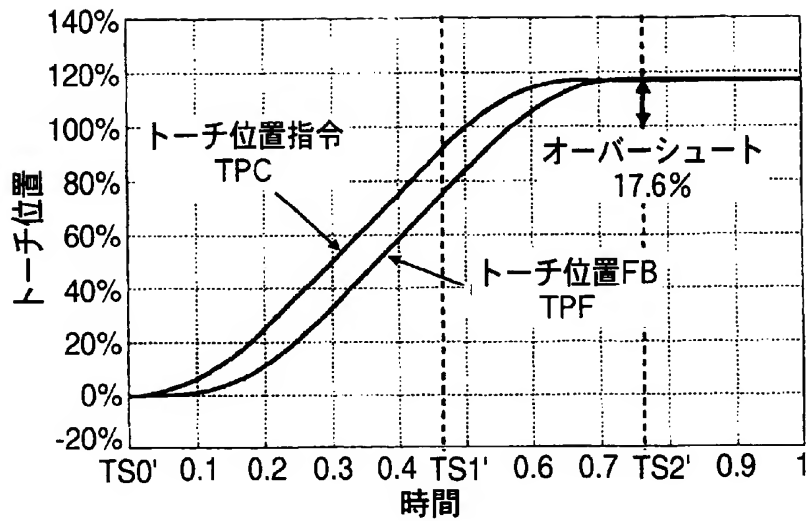


(b) KFF=0.5

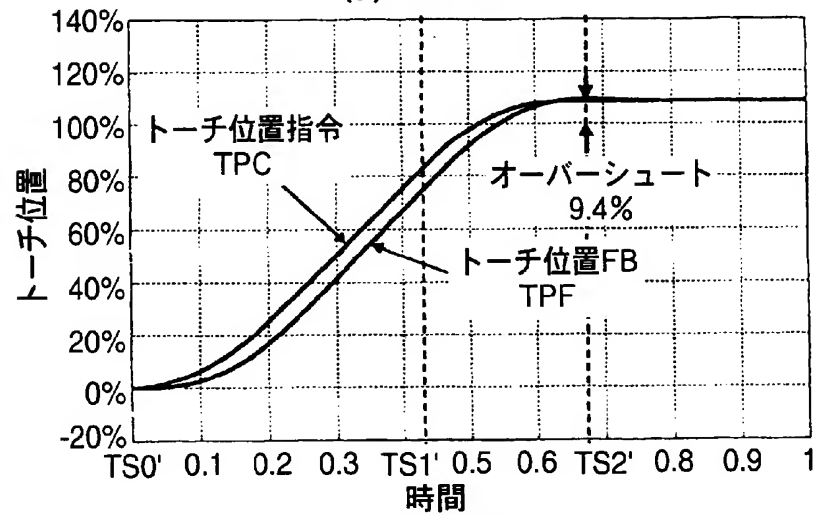


(c) KFF=1.0

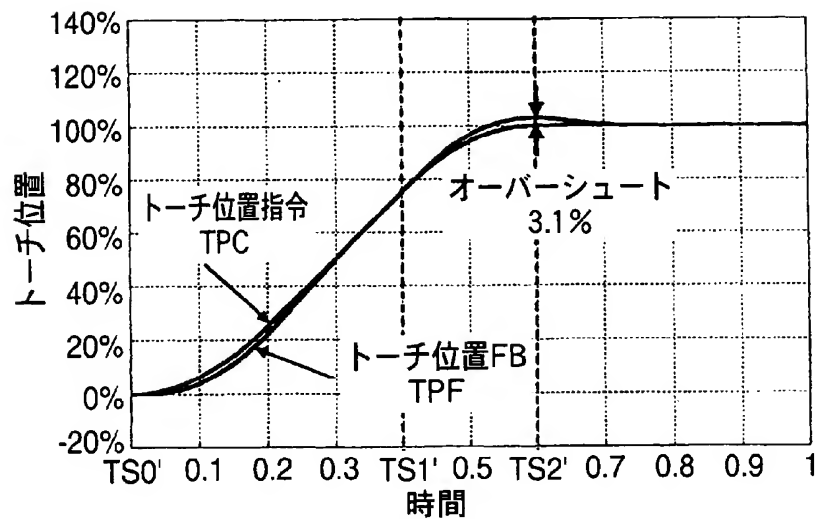
[図12]



(a) KFF=0

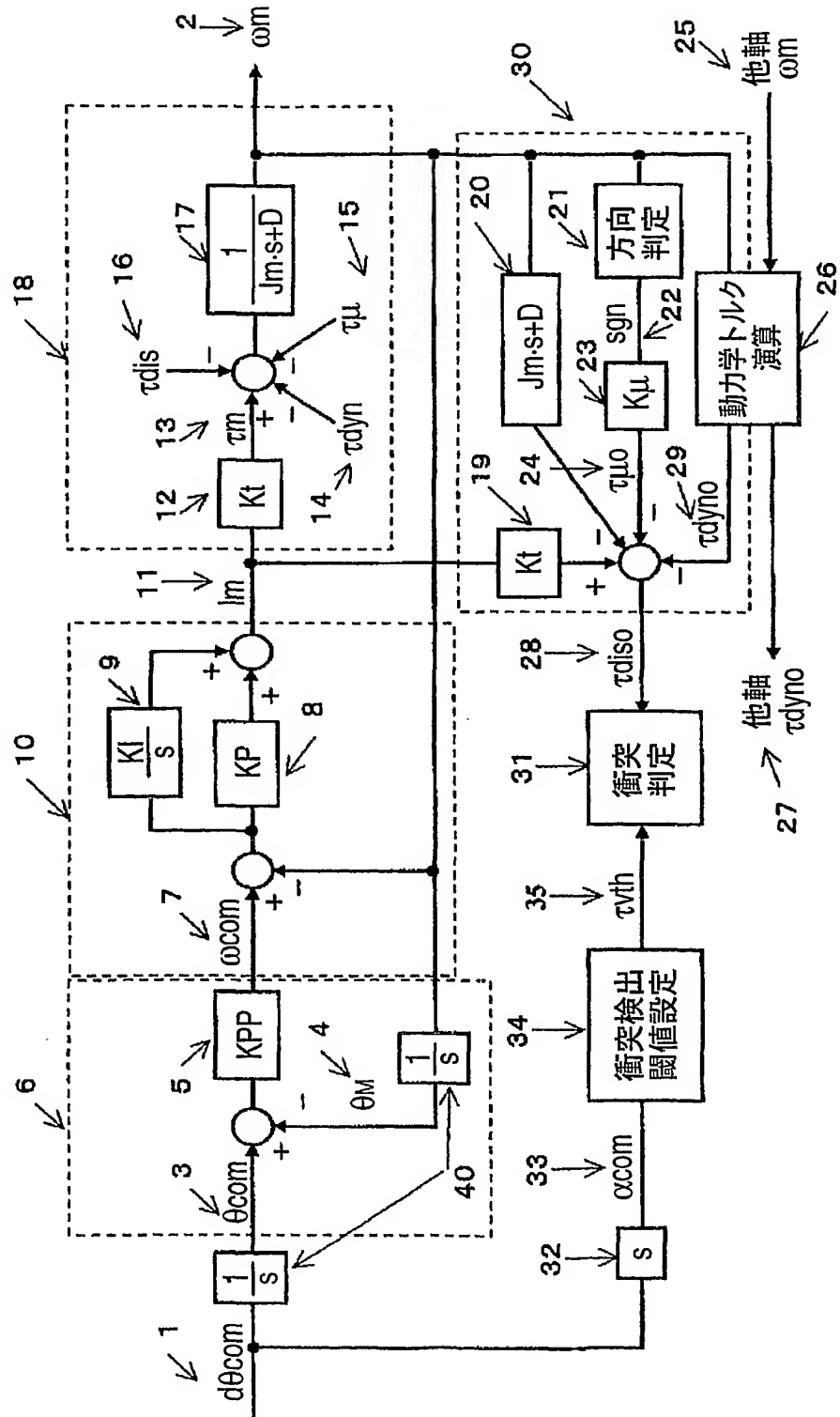


(b) KFF=0.5

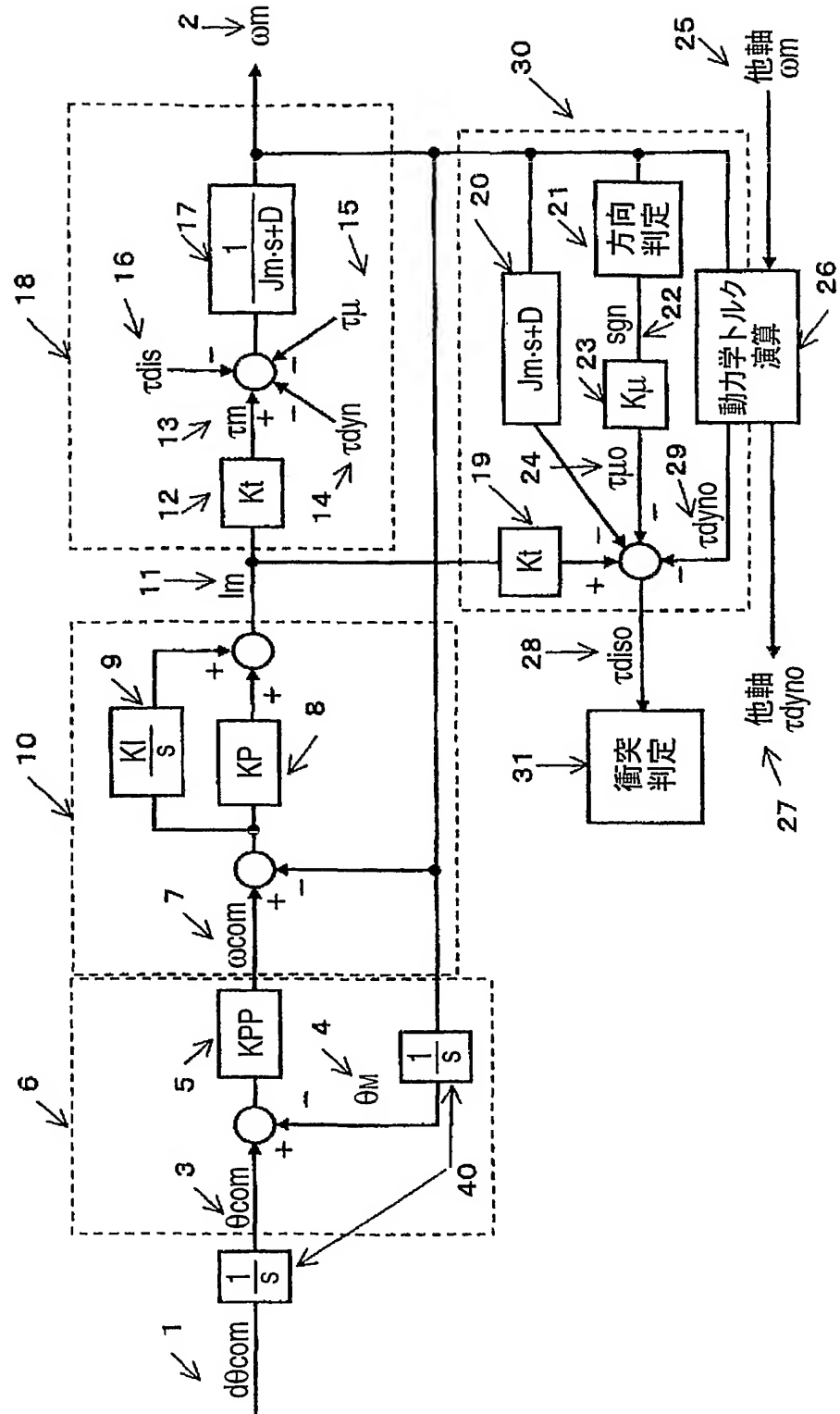


(c) KFF=1.0

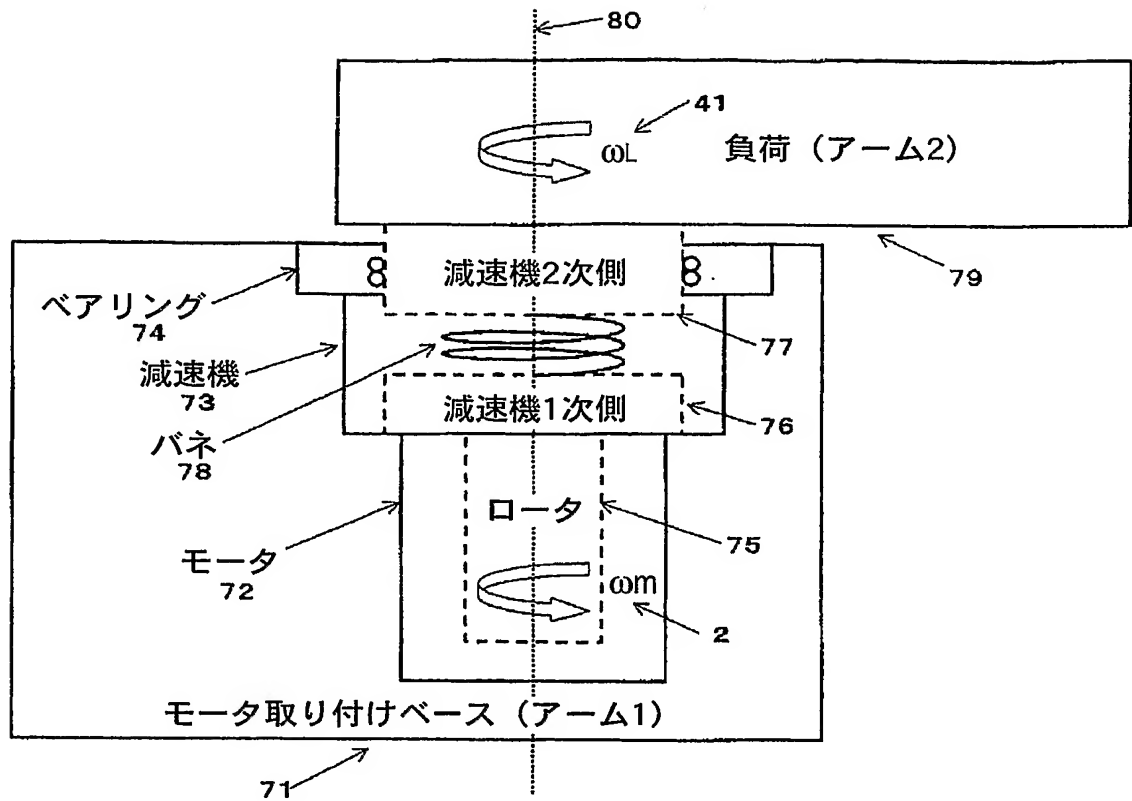
[図13]



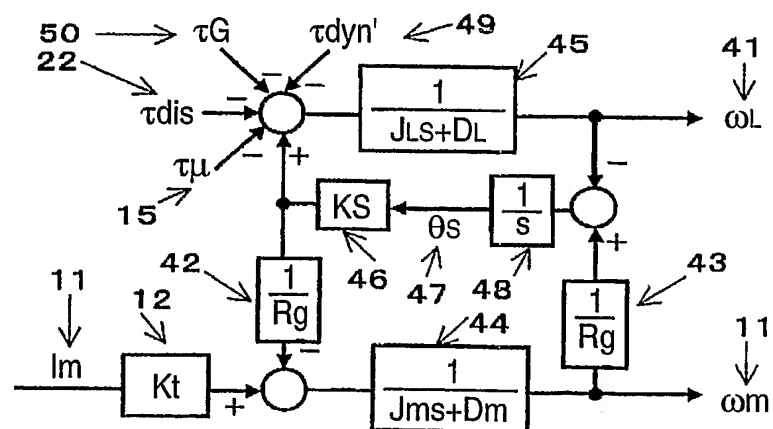
[図14]



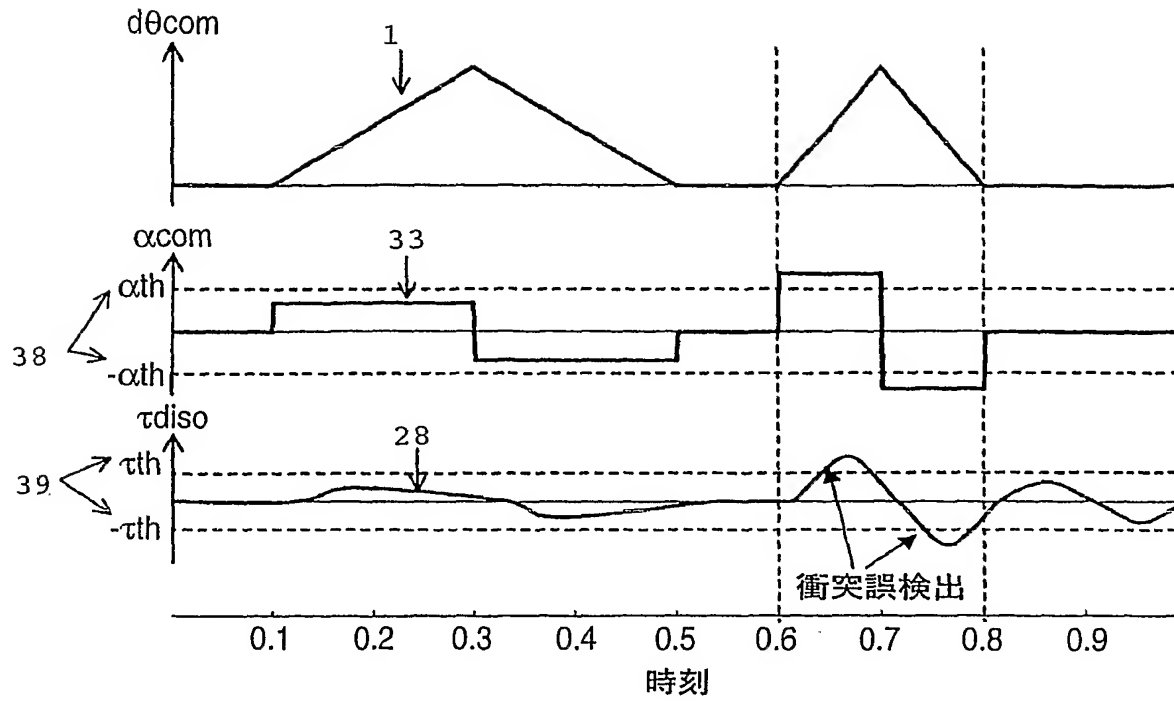
[図15]



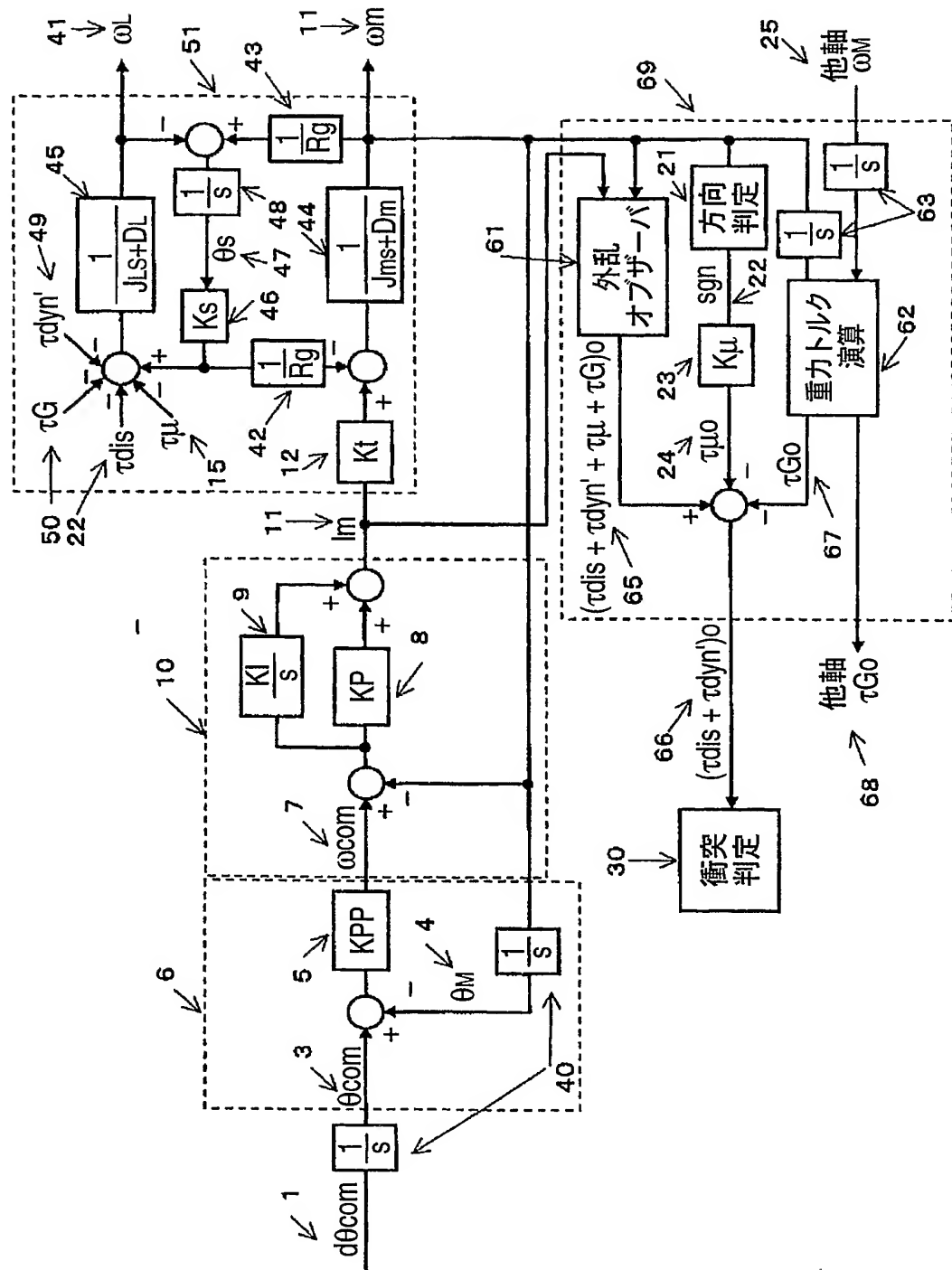
[図16]



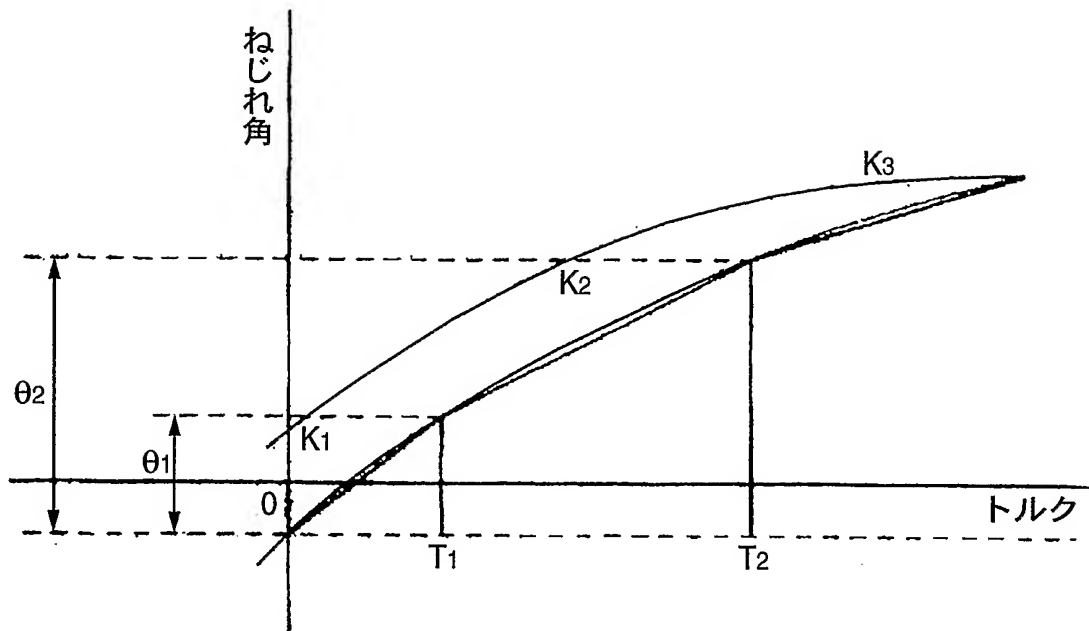
[図17]



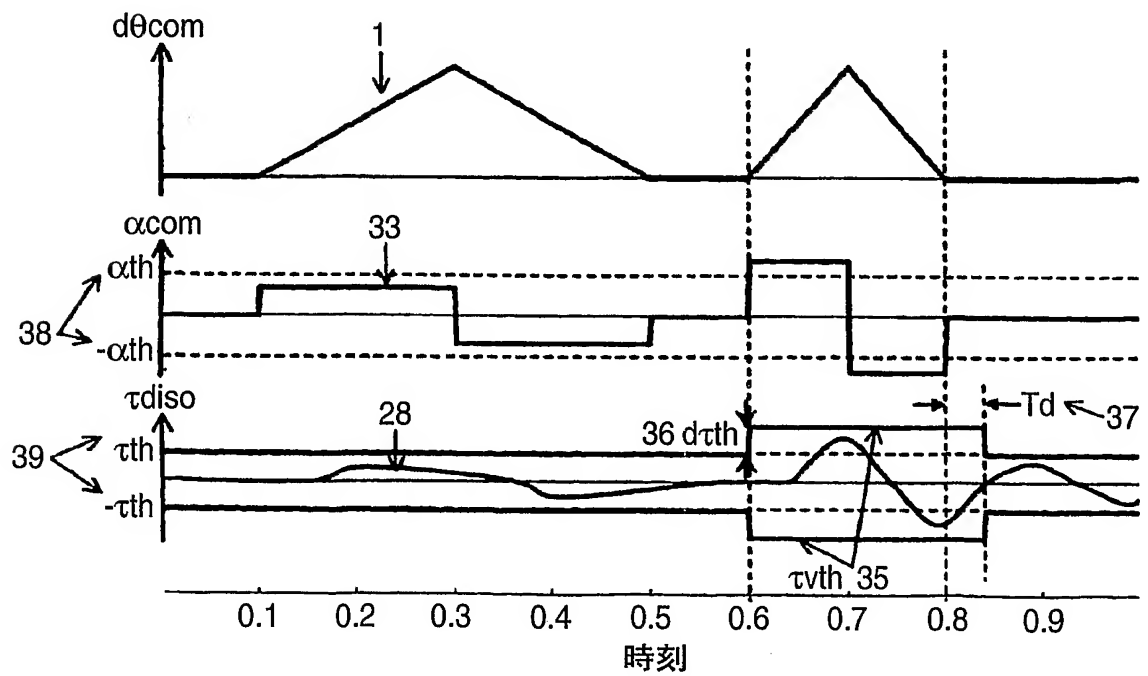
[図18]



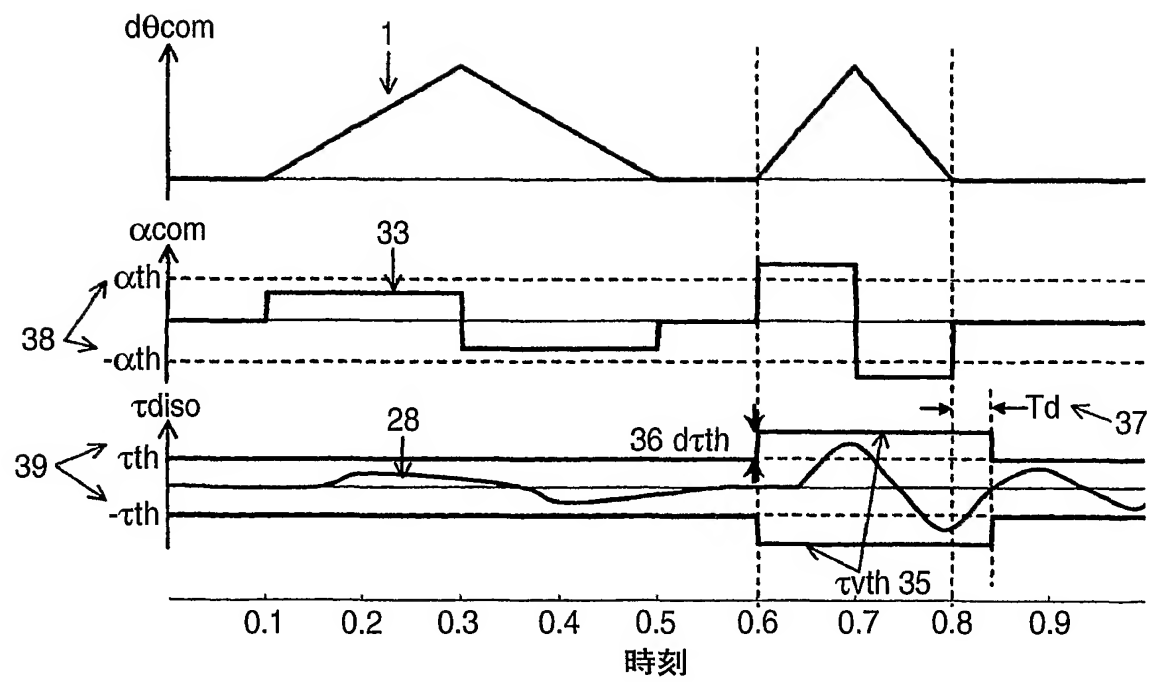
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/019119

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K9/12(2006.01) , **B23K9/067**(2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K9/12(2006.01) , **B23K9/067**(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-205169 A (Daihen Corp.) , 23 July, 2002 (23.07.02) , Fig. 1 (Family: none)	1-10
A	JP 2002-178146 A (Daihen Corp.) , 25 June, 2002 (25.06.02) , Fig. 1 (Family: none)	1-10
A	JP 2003-311405 A (Daihen Corp.) , 05 November, 2003 (05.11.03) , Full text (Family: none)	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 January, 2006 (16.01.06)

Date of mailing of the international search report
24 January, 2006 (24.01.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B23K9/12(2006.01), B23K9/067(2006.01)

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B23K9/12(2006.01), B23K9/067(2006.01)

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-205169 A (株式会社ダイヘン) 2002.07.23, 第1図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2002-178146 A (株式会社ダイヘン) 2002.06.25, 第1図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2003-311405 A (株式会社ダイヘン) 2003.11.05, 全文 (ファミリーなし)	1-10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.01.2006

国際調査報告の発送日

24.01.2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

福島 和幸

3P

9346

電話番号 03-3581-1101 内線 3364